ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 23 AVRIL 1945.

PRÉSIDENCE DE M. MAURICE CAULLERY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** annonce à l'Académie le décès de M. **Frank Schlesinger**, Correspondant pour la Section d'Astronomie, survenu le 10 juillet 1943.

M. le **Ministre de l'Éducation Nationale** adresse ampliation du décret, en date du 31 mars 1945, portant approbation de l'élection que l'Académie a faite de M. **Niels Bohr** pour occuper, parmi les Associés étrangers, la place vacante par la mort de Sir *J. J. Thomson.*

Il est donné lecture de ce décret.

RAPPORTS.

Le Calculateur mental Maurice Dagbert,
par MM. **Gaston Fayet**, **Jean Chazy** et **Joseph Pérès**.

A la demande de MM. les Secrétaires perpétuels, nous avons examiné, le 10 mars dernier, le Calculateur mental Maurice Dagbert, qui désirait être présenté à l'Académie. Les résultats de cet examen ont été concluants et nous paraissent mériter d'être résumés dans les *Comptes rendus*.

La puissance de calcul de M. Dagbert paraît être comparable à celle de Jacques Inaudi, présenté à l'Académie par Darboux en 1892 (¹). Comme Inaudi, M. Dagbert est servi par une mémoire exceptionnelle. Il nous a déclaré combiner les chiffres à l'aide d'images extrêmement vives, qu'il obtient en fermant les yeux ou fixant un objet blanc (le plafond de la salle où il opère, par exemple). Il voit les chiffres apparaître, à mesure qu'il les entend énoncer, comme s'il les avait écrits lui-même sur un tableau.

L'un des exercices qu'exécute M. Dagbert témoigne de cette faculté d'évocation précise et durable : c'est l'addition de 6 ou 10 nombres de 6 chiffres qui

---

(¹) *Comptes rendus*, 114, 1892, p. 275.

lui sont dictés, par tranches de 2 chiffres énoncées dans un ordre quelconque, de façon à remplir toutes les cases d'un tableau à 3 colonnes et 6 ou 10 lignes. M. Dagbert, qui tourne le dos au tableau, effectue l'opération comme s'il avait les nombres sous les yeux.

Au cours de la séance du 10 mars, qui a duré 2 h. 30 min., M. Dagbert a eu l'occasion d'effectuer des calculs variés (calendrier perpétuel pour les dates grégoriennes ou juliennes, multiplications, puissances et extraction de racines). Les détails sont consignés dans un procès-verbal de la réunion qui sera versé aux Archives de l'Académie. A titre d'exemple indiquons que, en 2 min. environ, il a obtenu les racines exactes

$$\sqrt[3]{484.050.967.814.413} = 78.517$$

et

$$\sqrt[3]{50.260.731.820.489.949} = 2.189$$

et, en 1 min. 25 sec., les 3 premiers chiffres (47,2) de la racine cubique, non entière

$$\sqrt[3]{105.828}.$$

M. Dagbert n'a fait que des études primaires et ses connaissances mathématiques, même en Algèbre élémentaire, sont à peu près nulles. Son goût pour le calcul a été très précoce et une visite qu'il a faite à Inaudi, lorsqu'il avait 14 ans, l'a amené à un effort personnel qui, évidemment, a été très fructueux. Il nous a dit avoir obtenu seul les règles qu'il utilise dans ces calculs, règles qui, pour lui, sont purement empiriques et dont il ne s'explique pas les raisons. Il nous a donné l'exemple, particulièrement simple, de la règle qu'il emploie pour évaluer le cube d'un nombre de deux chiffres (du) : il utilise deux nombres *clés*, déterminés par le chiffre des unités u, qu'il sait par cœur, mais dont l'origine lui échappe. On reconnaît de suite que le premier nombre clé x est le chiffre des unités, le second y le nombre des dizaines dans $3u^2$. La règle de Dagbert apparaît alors comme résultant du développement du binome $(10d+u)^3$, le calcul étant dirigé pour obtenir successivement les divers chiffres du résultat : u^3 donne le chiffre des unités et des retenues à reporter; xd, auquel on ajoute le report, donne le chiffre des dizaines et de nouvelles retenues; $(3ud+y)d$, en ajoutant les retenues, le chiffre des centaines; enfin le report effectué, auquel on ajoute d^3, donne les mille du résultat.

Il n'est pas surprenant dans ces conditions que M. Dagbert, dont la puissance de calcul et la rapidité sont remarquables dans les domaines qu'il connaît bien, soit dérouté par des questions très simples (telles que l'une des questions posées à Inaudi lors de sa présentation en 1892), mais nécessitant quelques transformations algébriques.

Après la clôture de la séance M. Dagbert a été présenté aux Membres de l'Académie et a exécuté devant eux quelques-uns des calculs mentaux fort compliqués dont il est capable.

ÉLECTIONS.

L'Académie procède par la voie du scrutin à l'élection d'un Membre non résidant en remplacement de M. *Paul Sabatier*, décédé.

Le nombre des votants étant 41,

M. Pol Bouin	obtient	....	31 suffrages
M. Maurice Gignoux	»	....	6 »
M. Jules Haag	»	....	3 »
M. René Maire	»	....	1 »

M. **Pol Bouin**, ayant obtenu la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

Son élection sera soumise à l'approbation du Gouvernement provisoire de la République.

Par la majorité absolue des suffrages, M. **Charles Courtot** est élu Correspondant pour la Section de Chimie en remplacement de Sir *William Pope*, décédé.

CORRESPONDANCE.

M. **Lucien Balozet** adresse des remercîments pour la distinction accordée à ses travaux en 1943.

M. **Alfred Leman** adresse un rapport sur l'emploi qu'il a fait d'une subvention accordée sur la *Fondation Villemot* en 1942.

ALGÈBRE. — *Sur l'équivalence de trois propositions de la théorie analytique des polynomes*. Note de M. **Germán Ancochea**, présentée par M. Paul Montel.

1. Étant donné un polynome à coefficients complexes

$$F(x) = P(x) + iQ(x),$$

où $P(x)$ et $Q(x)$ sont des polynomes réels n'ayant pas de facteur commun, les propositions :

A. *Les zéros de* $F(x)$ *sont tous intérieurs à un même demi-plan par rapport à l'axe réel;*

B. *Les polynomes* $P(x)$ *et* $Q(x)$ *ont tous leurs zéros réels, simples et entrelacés;*

C. *Le polynome*

$$pP(x) + qQ(x),$$

où p et q désignent des nombres réels arbitraires, a tous ses zéros réels;

sont équivalentes.

L'équivalence de A et B constitue ce qu'on appelle le théorème de Biehler-Hermite ([1]). Celle de B et C a été établie par M. Kakeya et M. P. Montel ([2]). D'autre part E. Laguerre ([3]) avait démontré que C est une conséquence de A.

Dans cette Note, nous démontrerons, d'une manière directe, que A est une conséquence de C. Nous donnerons aussi une nouvelle démonstration du fait que C entraîne B.

2. Théorème. — *Non*-A *implique non*-C.

Remarquons tout d'abord que, $P(x)$ et $Q(x)$ n'ayant pas de facteur commun, $P(x)$ ne peut avoir de zéro réel. Considérons ensuite le cas où $F(x)$ admet un couple de zéros imaginaires conjugués. Soit donc α un nombre imaginaire, tel que $F(\alpha)=F(\bar{\alpha})=0$. En posant $\bar{F}(x)=P(x)-iQ(x)$, on aura

$$F(\alpha)=P(\alpha)+iQ(\alpha)=0,$$
$$\overline{F(\bar{\alpha})}=\bar{F}(\alpha)=P(\alpha)-iQ(\alpha)=0;$$

d'où, en particulier, $P(\alpha)=0$, en contradiction avec C. Finalement, si $F(x)$ n'admet pas de zéros imaginaires conjugués, soient α et β deux zéros situés dans des demi-plans différents par rapport à l'axe réel. α et $\bar{\beta}$ seront dans un même demi-plan par rapport à cet axe, et nous aurons

$$F(\alpha)=0, \qquad F(\bar{\beta})\neq 0,$$
$$\bar{F}(\alpha)\neq 0, \qquad \bar{F}(\bar{\beta})=0.$$

A cause de la continuité des valeurs absolues des polynomes, on peut donc affirmer que, au moins pour un point γ intérieur au segment déterminé par α et $\bar{\beta}$, on aura

$$|F(\gamma)|=|\bar{F}(\gamma)|.$$

Pour φ réel, convenablement choisi, on aura

$$e^{i\varphi}F(\gamma)+e^{-i\varphi}\bar{F}(\gamma)=0,$$

et le polynome

$$\frac{1}{2}\left(e^{i\varphi}F(x)+e^{-i\varphi}\bar{F}(x)\right)=\cos\varphi\,P(x)+\sin\varphi\,Q(x)$$

admettra le zéro imaginaire γ, en opposition à C.

3. Théorème. — *Non*-B *implique non*-C.

Si $P(x)$ ou $Q(x)$ n'ont pas tous leurs zéros réels, il n'y a rien à démontrer. Les autres cas de l'hypothèse assurent l'existence d'un segment ouvert de l'axe réel sans zéro d'un des polynomes et qui contient plusieurs zéros (distincts ou

---

([1]) Ch. Biehler, *Journal de Crelle*, 87, 1879, pp. 350-352; Ch. Hermite, *Bull. Soc. math.*, 7, 1880, pp. 128-131; *Œuvres*, III.

([2]) *Mathematica*, 5, 1931, pp. 110-129.

([3]) *Nouv. Ann. Math.*, 19, 1880, pp. 224-239; *Œuvres*, I.

non) de l'autre. Soit $Q(x)$ ce dernier. En effectuant, au besoin, une substitution linéaire réelle sur x, ce qui ne change pas essentiellement les conditions du théorème, on peut supposer que : 1° $P(x)$ et $Q(x)$ ont le même degré; 2° $P(x)$ a tous zéros négatifs; 3° $Q(x)$ a plusieurs zéros positifs. Dans ces conditions, si l'on pose

$$P(x) = a_0 x^n + a_1 x^{n+1} + \ldots + a_n \qquad (a_0 > 0),$$
$$Q(x) = b_0 x^n + b_1 x^{n+1} + \ldots + b_n \qquad (b_0 > 0),$$

les a seront tous positifs et les b présenteront au moins deux variations. Soient b_h et b_k les coefficients positifs qui forment respectivement la première et la deuxième variation. On aura $0 \leq h < k \leq n$. Entre b_h et b_k il y a des coefficients négatifs; désignons-les par b_r, b_s, ..., b_t. Soit maintenant

$$q = \min\left(-\frac{a_r}{b_r}, -\frac{a_s}{b_s}, \ldots, -\frac{a_t}{b_t}\right) > 0,$$

et formons le polynome

$$R(x) = P(x) + qQ(x) = c_0 x^n + c_1 x^{n-1} + \ldots + c_n;$$

c_h et c_k sont positifs, tandis que tous les coefficients compris entre eux sont positifs ou nuls, l'un d'eux, au moins, étant nul. De la règle de Descartes résulte que $R(x)$ possède des zéros imaginaires. C. Q. F. D.

4. Si l'on supprime la condition que $P(x)$ et $Q(x)$ n'aient pas de facteur commun, on retrouve des propositions équivalentes en modifiant A et B de la façon suivante :

A'. *Les zéros de* $F(x)$ *sont tous dans un même demi-plan (frontière incluse) par rapport à l'axe réel.*

B'. *Les polynomes* $P(x)$ *et* $Q(x)$ *ont tous leurs zéros réels et les polynomes* $P(x)$ *et* $Q(x)$ *obtenus par division de* $P(x)$ *et* $Q(x)$ *par leur p. g. c. d. ont leurs zéros simples et entrelacés.*

HYDRAULIQUE. — *Vérification de la méthode D. F. appliquée au calcul des chambres d'équilibre à section constante.* Note de M. **Léopold Escande**, présentée par M. Charles Camichel.

Nous avons appliqué la méthode D. F. (1) à l'étude de divers problèmes pour lesquels la théorie classique ou des résultats d'expériences permettent de se rendre compte du degré d'approximation obtenu.

1° *Chambre d'équilibre ordinaire en négligeant les pertes de charge dans le canal d'amenée, fermeture instantanée de* Q_0 *à* 0 :

$$Q_0 = 20 \text{ m}^3/\text{S}; \quad f = 10 \text{ m}^2; \quad L = 4000 \text{ m}; \quad F = 300 \text{ m}^2.$$

(1) *Comptes rendus*, **220**, 1945, p. 35.

Le maximum obtenu pour Z par la méthode D. F. est égal à 7,385 contre Z = 7,38 m, donné par la théorie classique.

2° *Chambre d'équilibre ordinaire, en tenant compte des pertes de charge dans le canal d'amenée, fermeture instantanée de* Q_0 *à* 0.

L'exemple étudié correspond à des expériences faites antérieurement dans notre laboratoire.

$$F = 0,7854 \text{ m}^2; \quad f = 0,07068 \text{ m}^2; \quad L = 28,70 \text{ m};$$
$$W_0 = 2,295 \text{ m/S}; \quad P_{W_0} = 0,77 \text{ m}.$$

Z_m désignant la cote du plan d'eau à la fin de la première montée et Z'_m à la fin de la descente consécutive, on obtient :

	Expérience.	Calcul théorique.	Méthode D. F.
Z_m	0,675	0,738	0,728
Z'_m	−0,42	−0,47	−0,473

3° *Chambre d'équilibre à étranglement, en tenant compte des pertes de charge dans le canal d'amenée, fermeture instantanée de* Q_0 *à* 0 :

$$F = 0,7854 \text{ m}^2; \quad f = 0,07068 \text{ m}^2; \quad L = 28,70 \text{ m};$$
$$W_0 = 1,33 \text{ m/S}; \quad P_{W_0} = 0,64 \text{ m}; \quad R_0 = 0,353 \text{ m}.$$

Les valeurs maxima obtenues pour Z sont : par l'expérience 0,22 m; par la construction graphique classique, 0,243 m; par la méthode D. F., 0,234 m.

4° *Chambre d'équilibre ordinaire, fermeture linéaire de durée* τ, *de* Q_0 *à* 0, *en négligeant les pertes de charge :*

$$F = 300 \text{ m}^2; \quad f = 10 \text{ m}^2; \quad L = 4000 \text{ m}; \quad \tau = 100 \text{ S}; \quad Q_0 = 20 \text{ m}^3/\text{S}.$$

La théorie classique donne, pour le maximum de Z, la valeur 7,145 m, contre 7,183 m fourni par la méthode D. F.

5° *Chambre à étranglement, fermeture linéaire de durée* τ, *de* Q_0 *à* 0, *en tenant compte des pertes de charges* (Usine de Saint-Cricq) :

$$F = 95 \text{ m}^2; \quad f = 9,62 \text{ m}^2; \quad L = 1425 \text{ m};$$
$$Q_0 = 20 \text{ m}^3/\text{S}; \quad P_{W_0} = 1,27 \text{ m}; \quad R_0 = 6,04 \text{ m}; \quad \tau = 119 \text{ S}.$$

Pour le maximum de Z on obtient, par la construction graphique classique, 4,09 m et, par la méthode D. F., 4,16 m.

6° *Chambre ordinaire, fermeture instantanée de* Q_0 *à* Q_1, *en tenant compte des pertes de charge* (Usine de Gripp) :

$$F = 28 \text{ m}^2; \quad f = 2,40 \text{ m}^2; \quad L = 1,576 \text{ m};$$
$$Q_0 = 2,065 \text{ m}^3/\text{S}; \quad Q_1 = 0,550 \text{ m}^3/\text{S}; \quad P_{W_0} = 0,845 \text{ m}.$$

La construction graphique classique donne, pour le maximum de Z, 1,725 m et, la méthode D. F., 1,76 m.

7° *Chambre ordinaire, ouverture instantanée de* 0 *à* Q_0, *en tenant compte des pertes de charge :*

$F = 300\ m^2$; $f = 10\ m^2$; $L = 4000\ m$; $Q_0 = 20\ m^3/S$; $P_{W_0} = 5,16\ m$.

La construction graphique classique donne pour l'amplitude de la première descente 8,03 m et, la méthode D. F., 8,04 m.

8° *Chambre à étranglement, ouverture instantanée de* 0 *à* Q_0, *en tenant compte des pertes de charge* (Usine d'Artigues) :

$F = 12,56\ m^2$; $f = 2,365\ m^2$; $L = 2064,20\ m$;
$Q_0 = 3,9\ m^3/S$; $P_{W_0} = 5,35\ m$; $R_0 = 8,32\ m$.

On trouve, pour l'amplitude de la première descente, par la méthode graphique classique, 8,10 m, par la méthode D. F., 8,075 m.

Les résultats précédents montrent avec quelle haute précision la méthode D. F. s'applique au calcul de chambres d'équilibre à section constante.

ASTROPHYSIQUE. — *Les raies interdites du fer doublement et simplement ionisé dans le spectre de la nébuleuse d'Orion.* Note de MM. **Tcheng Mao-Lin** et **Jean Dufay**, présentée par M. Charles Fabry.

1. Le spectre de la nébuleuse d'Orion a été photographié avec un spectrographe à fente monté sur le télescope de 120^cm de diamètre de l'Observatoire de Haute-Provence.

En prolongeant les poses jusqu'à 11^h30^m, sur plaque Guilleminot *Superfulgur,* nous avons mis en évidence, dans l'intervalle 3 700-5 000 Å, plus de 50 raies d'émission, dont près de la moitié ne figuraient pas dans la liste publiée par H. W. Wright (1). Leurs longueurs d'onde ont été mesurées au microscope et sur des enregistrements microphotométriques.

2. Parmi les raies nouvelles, nous identifions le multiplet interdit $^5D - {}^3F$ de l'atome de fer doublement ionisé, dont toutes les composantes semblent présentes, avec des intensités relatives comparables à celles qui ont été observées dans le spectre de l'étoile R. Y. Scuti (2) (tableau ci-dessous). La

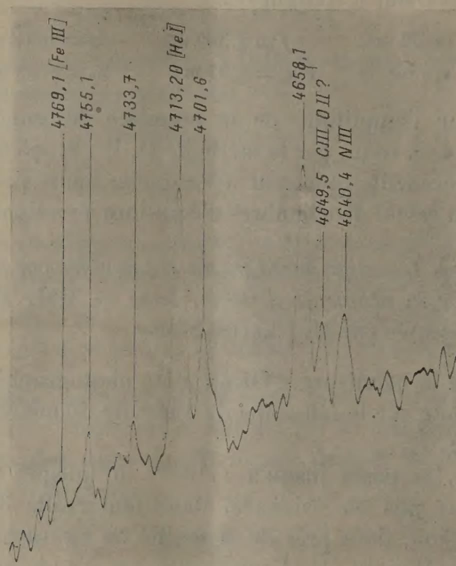
Nébuleuse d'Orion.		R Y Scuti (2).		Fe III (3).	Transitions.
4658,1	14	4658,08	4	4658,4	$[3d^6\ {}^5D_4 - 3d^6\ {}^3F_4]$
4701,6	7	4701,5	2	4701,8	$[3d^6\ {}^5D_3 - 3d^6\ {}^3F_3]$
4733,7	2	4733,6	1*	4734,0	$[3d^6\ {}^5D_2 - 3d^6\ {}^3F_2]$
4755,5	2	4755,1	1	4755,1	$[3d^6\ {}^5D_3 - 3d^6\ {}^3F_4]$
4769,1	1,5	4770	1	4769,5	$[3d^6\ {}^5D_2 - 3d^6\ {}^3F_3]$

(1) *Publications of the Lick Observatory*, **13**, 1918, p. 193.

(2) P. W. Merrill, *Astrophysical Journal*, **67**, 1928, p. 179.

(3) Longueurs d'onde calculées par Edlén et Swings (B. Edlén, *Observations of Novae*, Paris, 1941, p. 62).

précision de nos mesures est, dans cette région, de l'ordre de 0,1 à 0,2 Å pour les raies assez intenses; elle est moindre pour les trois dernières raies, bien plus faibles, qui, au microscope, ont un aspect diffus et n'ont pu être mesurées que sur les enregistrements. La raie 4658,1 Å avait seule été signalée par Wright (à 4658,2 Å) et n'avait pas reçu d'attribution; son intensité est tout à fait comparable à celle de la raie 4713,2 Å de l'hélium, comme on le voit sur la figure ci-dessous.



3. Plusieurs autres de nos raies faibles coïncident d'autre part avec les plus fortes raies interdites du fer simplement ionisé, comme le montre le tableau ci-dessous.

Nébuleuse d'Orion.		η Carinæ (4).		Fe II (5).		Transitions.
4243,8	2	4243,93	8	4243,98	100	$[a\,{}^4F_{4\frac{1}{2}} - a\,{}^4G_{5\frac{1}{2}}]$
4276,8	2,5	4276,80	3,4	4276,84	55	$[a\,{}^4F_{3\frac{1}{2}} - a\,{}^4G_{4\frac{1}{2}}]$
4287,2	3	4287,31	10	4287,41	100	$[a\,{}^6D_{4\frac{1}{2}} - a\,{}^6S_{2\frac{1}{2}}]$
4414,8	3	4413,80	5,4	4413,78	60	$[a\,{}^6D_{2\frac{1}{2}} - a\,{}^6S_{2\frac{1}{2}}]$
		4416,38	9 ?	4416,28		$[a\,{}^6D_{4\frac{1}{2}} - b\,{}^4F_{4\frac{1}{2}}]$
4451,1	0,5	4452,02	3,5	4452,11	40	$[a\,{}^6D_{1\frac{1}{2}} - a\,{}^6S_{2\frac{1}{2}}]$
4813,8 ?	0	4814,50	5 ?	4814,56	100	$[a\,{}^4F_{4\frac{1}{2}} - b\,{}^4F_{4\frac{1}{2}}]$

Aucune autre attribution vraisemblable n'a été trouvée, sauf pour la raie

(4) P. W. Merrill, *Astrophysical Journal*, 67, 1928, p. 391.

(5) I. S. Bowen, *Review of Modern Physics*, 8, 1936, p. 80.

4414,8 Å (peut-être double), qui est aussi très voisine des fortes raies 4414,85 et 4416,97 Å de l'oxygène ionisé. Ainsi la présence de l'ion Fe^{+} dans la nébuleuse d'Orion peut être considérée comme fort probable.

4. Les raies de [Fe III] et [Fe II] ne semblent pas avoir été caractérisées jusqu'ici dans les nébuleuses. Mais I. S. Bowen et A. B. Wyse ([6]) ont déjà trouvé les raies de [Fe V] et [Fe VI] dans les nébuleuses planétaires N. G. C. 7027 et 7662, et celles de [Fe VII] dans N. G. C. 7027 seulement, où l'ionisation atteint en général un degré plus élevé. Dans la nébuleuse d'Orion, l'absence des raies de He II montre que l'ionisation est beaucoup moins prononcée ([7]) et il n'est pas surprenant d'y trouver le fer doublement et simplement ionisé. Le fer est donc un élément commun dans les nébuleuses aussi bien que dans les étoiles.

GÉODÉSIE. — *Étude des mouvements du sol au moyen de nivellements de précision.* Note de M. **Jean Vignal**, présentée par M. Georges Perrier.

L'extrême précision du nivellement en fait l'arme de choix pour l'étude des mouvements du sol, brusques ou lents. Une ingénieuse méthode a été présentée en 1931 au Japon par Naomi Miyabe, et utilisée là-bas depuis lors avec grand succès. Nous allons montrer qu'on peut lui donner une forme différente, d'un emploi peut-être un peu plus commode.

Le problème est le suivant. Supposons qu'une portion du sol se déplace d'un bloc, à la manière d'un *panneau indéformable*. On dispose par hypothèse de nivellements *intérieurs* au panneau, effectués avant et après le mouvement. Ils ne peuvent déceler que l'*inclinaison* du panneau, c'est-à-dire sa rotation autour d'un axe horizontal. S'agissant de mouvements infiniment petits devant les dimensions du panneau, cette *inclinaison* est bien déterminée en ce qui concerne la direction de l'axe de rotation, l'angle et le sens de la rotation. Mais la position de l'axe est quelconque, on peut le faire passer n'importe où.

Pour définir l'*inclinaison* du panneau, nous considérerons la demi-verticale primitive d'un point A du panneau, dirigée vers le haut (*fig.* 1). Supposée liée au panneau, elle s'incline et fait avec sa direction initiale un *angle d'inclinaison* ε, très petit, et que nous regarderons comme positif. La projection horizontale AZ de cette demi-verticale déviée, appelée *direction d'inclinaison*, sera repérée par son *azimut d'inclinaison* θ_0, c'est-à-dire par l'angle qu'elle fait, dans le plan horizontal, avec la direction du Nord géographique, cet angle θ_0 étant compté à partir du Nord, positivement vers l'Est, de o à 2π.

([6]) *Lick Observatory Bulletin*, 19, 1939, n° 495, p. 1.

([7]) C'est pourquoi l'attribution de la raie 4658,1 Å de la nébuleuse d'Orion à C IV (4658,6 Å) a toujours paru peu vraisemblable (R. H. Stoy, *Lick Observatory Bulletin*, 17, 1935, p. 179, n° 480).

Il s'agit de déterminer les deux éléments caractéristiques de l'inclinaison, θ_0 et ε, à l'aide des nivellements *intérieurs* au panneau, effectués avant et après le mouvement.

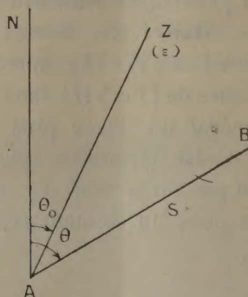


Fig. 1.

Méthode de la sinusoïde caractéristique. — La méthode de Naomi Miyabe, que l'on peut appeler méthode de la sinusoïde caractéristique, est la suivante.

Soient A et B deux points du panneau, S leur distance en projection horizontale, θ l'azimut de la direction AB (*fig.* 1).

Appelons h la différence de leurs altitudes H_A et H_B, $h = H_B - H_A$, et soit dh sa variation, révélée par la comparaison des nivellements initial et final. On démontre aisément la relation

$$\frac{dh}{S} = -\varepsilon\cos(\theta - \theta_0).$$

Il suffit donc, pour tous les couples de repères (A, B) du panneau, de porter en abscisses les azimuts θ et en ordonnées les quantités dh/S. On obtient une sinusoïde de période 2π (*fig.* 2), que nous appellerons la *sinusoïde caractéristique*, et qui fournit immédiatement les éléments θ_0 et ε caractéristiques de l'inclinaison.

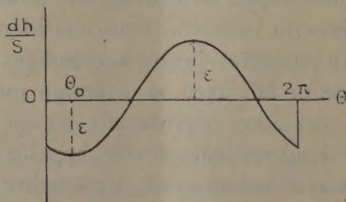


Fig. 2.

Méthode de la droite caractéristique. — La méthode suivante a l'avantage de remplacer, comme courbe caractéristique, une sinusoïde par une droite.

Sur un diagramme, supposé placé dans le plan horizontal, considérons un

point O, et une demi-droite ON représentant la direction du Nord (*fig.* 3). A chaque couple de repères (A, B) du terrain faisons correspondre un

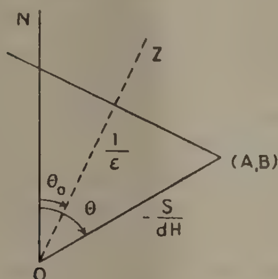


Fig. 3.

point (A, B) du diagramme, situé sur une droite orientée O(A, B) d'azimut θ, à une distance du point O égale en grandeur et signe à $-(S/dh)$.

On démontre sans peine que les points (A, B) se placent sur une droite appelée *droite caractéristique*. La *direction d'inclinaison* est la perpendiculaire OZ menée de O *vers* cette droite, elle définit l'azimut d'inclinaison θ_0. L'*angle d'inclinaison* ε est l'inverse de la distance du point O à cette droite.

Remarque. — *Méthode du cercle caractéristique*. Pour éviter le risque d'avoir des points du diagramme à l'infini, on peut prendre, sur la droite orientée précédente O(A, B) d'azimut θ, un point (A, B) distant du point O de $-(dh/S)$.

Le lieu des points (A, B) est alors un *cercle caractéristique* passant par O, déduit par *inversion* de la droite caractéristique ci-dessus. La *direction d'inclinaison* est la direction OC de son centre C, elle fournit *l'azimut d'inclinaison* θ_0. L'*angle d'inclinaison* ε est égal à son diamètre.

PHYSIQUE THÉORIQUE. — *Sur l'impossibilité d'un retour au déterminisme en microphysique.* Note (¹) de Mme **Paulette Destouches-Février.**

1. Le domaine d'adéquation D d'une théorie physique Th est constitué par la partie du champ expérimental C pour laquelle cette théorie fournit des prévisions exactes.

Les théories se classent de la façon suivante par rapport à l'adéquation :

1° Théories *complètement inadéquates* (D est vide). 2° Théories *parfaitement adéquates*, par exemple la mécanique newtonienne dans le domaine macroscopique ($D = C$, et la théorie restera adéquate dans D quelles que soient les extensions ultérieures de C, lesquelles entraînent le cas suivant). 3° Théories *partiellement adéquates* ($D \subset C$). 4° Théories *gauchement adéquates*, c'est-à-dire

(¹) Séance du 26 mars 1945.

permettant parfois des prévisions exactes dans un certain champ expérimental tout en fournissant en même temps des prévisions inexactes, sans qu'il soit possible de délimiter d'une manière générale et simple un domaine d'adéquation.

Si l'on compare, sous le rapport de l'adéquation, deux théories (ou plusieurs deux par deux), les cas suivants peuvent se présenter : 1° Les deux théories Th_1 et Th_2 ont des domaines d'adéquation D_1 et D_2 complètement distincts au sein du champ expérimental. Elles doivent être envisagées simultanément jusqu'à ce qu'elles soient englobées ensemble dans une théorie plus vaste. 2° On a une théorie Th_0 parfaitement adéquate dans un certain domaine D_0, et, à la suite d'un élargissement du champ expérimental, on édifie une nouvelle théorie Th_1 parfaitement ou partiellement adéquate dans le champ expérimental élargi, mais en tout cas adéquate au moins dans le domaine d'adéquation D_0 de Th_0, c'est-à-dire donnant pour ce domaine les mêmes prévisions que Th_0. Alors la théorie nouvelle Th_1 remplace Th_0 devenue inutile. 3° La théorie nouvelle a un domaine d'adéquation D_1 couvrant une partie du champ expérimental non couverte par Th_0, mais ne contenant pas la totalité du domaine D_0 de Th_0. Dans ce cas Th_0 doit être conservée en même temps que Th_1; les deux théories sont telles que $D_0 - D_1$ et $D_1 - D_0$ ne sont pas vides; dans la partie commune $D_0 \cap D_1$ elles doivent fournir pratiquement les mêmes prévisions.

En ce qui concerne les cas 1° et 3°, c'est-à-dire dans lesquels deux théories doivent être envisagées à la fois, il est toujours possible de définir une théorie Th résultant de l'unification des théories considérées ([2]). Son domaine d'adéquation est au moins la réunion de D_0 et de D_1.

Il résulte de cette étude que la condition nécessaire et suffisante pour qu'une théorie nouvelle Th remplace une théorie ancienne Th_0 est qu'elle fournisse pratiquement les mêmes prévisions que Th_0 dans le domaine d'adéquation D_0, en possédant un domaine d'adéquation contenant D_0; autrement dit, qu'elle respecte la théorie ancienne dans son domaine d'adéquation.

2. Désignons par Th_0 la mécanique ondulatoire, théorie essentiellement indéterministe valable dans un certain domaine d'adéquation. Toute théorie future la remplaçant sous les conditions énoncées ci-dessus ne pourra être, elle aussi, qu'essentiellement indéterministe. Pour le prouver il suffit de montrer que, dans cette théorie, l'un au moins des deux critères de l'indéterminisme est réalisé ([3]), par exemple, celui de von Neumann d'après lequel une théorie est essentiellement indéterministe si, dans les cas purs, tous les écarts-types ne sont pas nuls; or ceci sera rempli s'il existe deux grandeurs A et B telles que le produit $\sigma_A \sigma_B$ des écarts-types est toujours borné inférieurement par un nombre positif.

([2]) J.-L. Destouches, *Principes fondamentaux de Physique théorique*, I, Chap. VI, Paris, 1942.

([3]) Mme P. Destouches-Février, *Comptes rendus*, 220, 1945, p. 553.

Puisque la nouvelle théorie Th doit donner pour les mesures, dans le domaine d'adéquation D_0, pratiquement les mêmes prévisions que Th_0, les écarts-types dans cette théorie et pour ce domaine ne différeront de ceux de Th_0 que par des quantités très petites, que l'on peut poser par convention positives si les écarts-types dans la théorie nouvelle sont plus petits que dans Th_0. Par exemple, si σ_{x_0} est l'écart-type pour la position et $\sigma_{p_{x,0}}$ l'écart-type pour la coordonnée x de la quantité de mouvement dans la théorie Th_0, ces écarts-types deviendront, dans la nouvelle théorie Th,

$$\sigma'_x = \sigma_{x_0} - \varepsilon; \qquad \sigma'_{p_{x,0}} = \sigma_{p_{x,0}} - \eta.$$

Calculons le produit des nouveaux écarts-types

$$\sigma'_x \sigma'_{p_x} \simeq \sigma_{x_0}\sigma_{p_{x,0}} - \varepsilon\sigma_{p_{x,0}} - \eta\sigma_{x_0}.$$

En vertu des relations d'incertitude de la mécanique ondulatoire, on aura

$$\sigma'_x \sigma'_{p_x} \geqq \frac{\hbar}{2} - \varepsilon\sigma_{p_{x,0}} - \eta\sigma_{x_0},$$

où $\varepsilon\sigma_{p_{x,0}}$ et $\eta\sigma_{x_0}$ sont très petits devant $\hbar/2$, par conséquent on a bien

$$\sigma'_x \sigma'_{p_x} \geqq a > 0.$$

Ceci montre que, dans la nouvelle théorie Th, jamais tous les écarts-types ne sont nuls en même temps, même dans les cas purs, et la théorie est essentiellement indéterministe en vertu du critère de von Neumann.

On peut arriver à la même conclusion en utilisant l'autre critère d'indéterminisme essentiel : si la théorie Th est déterministe, toutes les grandeurs seront simultanément mesurables, même au cas où l'on se trouve dans le domaine d'adéquation D_0 de Th_0. Or une telle théorie ne peut donner les mêmes prévisions que Th_0, par conséquent, comme Th doit donner dans D_0 pratiquement les mêmes prévisions que Th_0, la théorie Th contiendra des grandeurs non simultanément mesurables en droit et, en vertu du second critère, sera essentiellement indéterministe; d'où ce théorème :

THÉORÈME. — *Toute théorie future remplaçant les théories quantiques actuelles (et ayant par suite un domaine d'adéquation contenant le domaine d'adéquation de ces théories) sera essentiellement indéterministe.*

PHYSICOLOGIQUE. — *Sur les règles de composabilité dans les logiques de la complémentarité de Mme Destouches-Février.* Note de **M. RENAUD DE BENGY-PUYVALLÉE.**

Considérons des propositions expérimentales p, q, r, énonçant des résultats de mesures au moyen d'un appareil $\mathfrak{a}_A$ pour une grandeur A, sur un système S dont le résultat s'exprimera par une famille

$$p_i = \text{RéMes}(\mathfrak{a}_A, S) = \varepsilon_A;$$

des propositions $p_1, p_2, \ldots, p_n$ seront dites *composables entre elles* [1] lorsque les grandeurs $A_1, A_2, \ldots, A_n$ dont elles énoncent les résultats de mesures, sont mesurables simultanément. Nous écrirons dans ce cas

$$\neq (p_1, p_2, \ldots, p_n).$$

Dans le calcul des propositions nous devrons donc introduire, au moyen d'un concept, une relation $\neq$ pour exprimer la composabilité des propositions, relation qui est caractéristique d'une logique de complémentarité.

CONCEPT. — *Relation* $\neq$. — Sur cette relation nous admettrons les postulats suivants :

Postulat 1. — $\neq (p_1, p_2, \ldots, p_n)$ *est une proposition si* $p_1, p_2, \ldots, p_n$ *sont des propositions.*

Le concept précédent nous conduit à définir une relation binaire par

$$p \neq q = d \neq (p, q);$$

$p \neq q$ signifie que les propositions p, q, sont composables, c'est-à-dire que le produit $p \,\&\, q$ est susceptible d'être vrai.

DÉFINITION. — *La négation de la relation de composabilité sera appelée relation d'incomposabilité*

$$p \parallel q = d(p \neq q).$$

Deux propositions incomposables ne peuvent jamais avoir leur produit logique $p \,\&\, q$ vrai, il peut être toujours absolument faux.

Postulat 2. $\vdash \sim \sim (p \neq q). \equiv .(p \neq q).$

Ce postulat est superflu si l'on a $\sim \sim r. \equiv .r$ comme règle sur la négation.

Postulat 3. — Symétrie

$$p \neq q. \equiv .q \neq p.$$

Postulat 4. — *n propositions sont composables entre elles si* $n-1$ *sont composables entre elles et la* $n^{\text{ième}}$ *composable avec les* $n-1$ *autres et inversement*, soit

$$\vdash \neq (p_1, p_2, \ldots, p_n) : \equiv : \neq (p_1, p_2, \ldots, p_{n-1}). \,\&\, .p_1 \neq p_n. \,\&\, .p_2 \neq p_n. \,\&\, . \ldots . \,\&\, .p_{n-1} \neq p_n.$$

Dans le cas des trois propositions p, q, r, on aurait simplement

$$\vdash \neq (p, q, r) : \equiv : p \neq q. \,\&\, .p \neq r. \,\&\, .q \neq r.$$

Postulat 5. $\vdash \neq (p, q, r) : \rightarrow : p \neq q \,\&\, r.$

Postulat 6. $\vdash p \neq q. \,\&\, .q \rightarrow r : \rightarrow : p \neq r.$

Postulat 7. $\vdash p \rightarrow q. \,\&\, .p \rightarrow r : \rightarrow : q \neq r.$

Postulat 8. $\vdash p \neq p, \quad p = \sim p.$

---

(1) M[lle] PAULETTE FÉVRIER, *Comptes rendus*, 204, 1937, pp. 481 et 988; *Communication au IX[e] Congrès International de Philosophie*, Paris, 1937, fasc. 6, p. 88; M[me] PAULETTE DESTOUCHES-FÉVRIER, *Thèse*, Paris, 1945.

Postulat 9. — u désignant une proposition toujours vraie et O une proposition toujours absolument fausse, on a

$$u \neq p, \qquad o \neq p.$$

Nous admettrons encore les postulats suivants qui font intervenir l'incomposabilité :

Postulat 10. $\vdash p \parallel q \,.\, \& \,. p \neq r \,.\, \& \,. q \neq s : \rightarrow : p \,\&\, r \,.\!\parallel\!.\, q \,\&\, s.$
Postulat 11. $\vdash p \,\&\, q \,.\!\parallel\!.\, r \,\&\, s : \rightarrow : p \parallel r \,.\mathrm{V}.\, q \parallel r \,.\mathrm{V}.\, q \parallel s.$
Postulat 12. $\vdash p \parallel q \,.\rightarrow.\, p \,\&\, q \equiv o.$

Enfin nous admettrons un postulat sur la composition des propositions obtenues comme relation entre propositions expérimentales.

Postulat 13. — R_1 et R_2 désignant l'un des signes $\rightarrow$, $\equiv$, $\neq$, $\parallel$, on a

$$\vdash p R_1 q \neq r R_2 s.$$

Ce système de postulats est consistant; on le démontre par application sur la théorie des grandeurs [2] en faisant correspondre univoquement une proposition à une grandeur, des propositions composables à des grandeurs composables, des propositions incomposables à des grandeurs incomposables. Il y a homomorphisme.

MÉTROLOGIE. — *Sur l'amortissement optimum d'un appareil de mesure pendulaire*. Note de M. **André Martinot-Lagarde**, présentée par M. Joseph Pérès.

1. Dans l'emploi d'un appareil de mesure pendulaire, nous distinguons trois cas de calcul de l'amortissement optimum, c'est-à-dire de l'amortissement tel que les erreurs de mesure en régime variable restent du même ordre de grandeur que les erreurs en régime permanent.

2. Appelant pendulaire un appareil de mesure ayant un équipage dont le mouvement est régi par une équation différentielle linéaire du second ordre à coefficients constants, désignant par $u(t)$ la valeur de la grandeur à mesurer et par $v(t)$ la valeur indiquée par l'appareil, écrivons l'équation différentielle en faisant apparaître la fréquence propre N_0 de l'appareil et son coefficient d'amortissement sans dimension f :

$$v(t) + \frac{f}{\pi N_0} v'(t) + \frac{1}{4\pi^2 N_0^2} v''(t) = u(t). \tag{1}$$

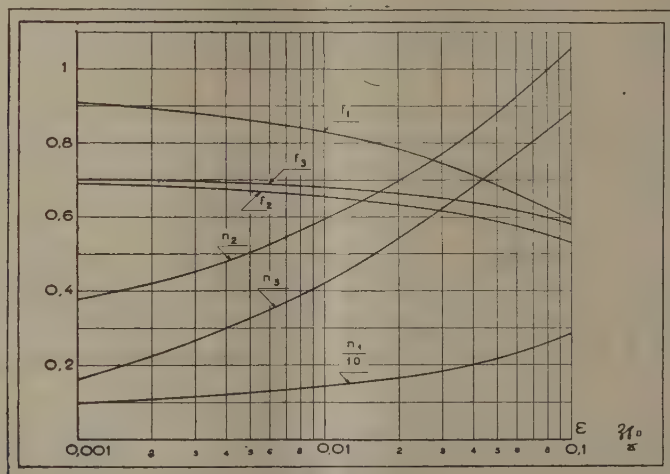
Soient ϖ_m la marge à laquelle reste inférieure l'erreur absolue sur les mesures faites quand u est constant et ϖ l'écart-type de cette erreur.

3. Supposons qu'on doive déterminer une suite de valeurs constantes de u;

---

(2) J.-L. Destouches, *Journ. Phys.*, 8e série, 7, pp. 354-360, Paris, 1942.

on sait qu'il existe un amortissement optimum, pour lequel le nombre de mesures possibles par unité de temps est maximum, sans que les erreurs dépassent w_m. Soit U la marge des variations brusques de u; soit V le premier maximum de v lorsque u a varié brusquement de u_0 à $u_0 + U$. L'amortissement optimum f_1 est celui pour lequel V est égal à $u_0 + U + w_m$, et la durée minimum d'une mesure est le temps τ qui s'écoule jusqu'à ce que v atteigne la



valeur $u_0 + U - w_m$. Soit $\varepsilon = w_m/U$; l'amortissement f_1 et le nombre de mesures n_1 qu'on peut faire dans la durée d'une période de l'appareil sont des fonctions déterminées de ε. La valeur limite de f_1, quand ε est arbitrairement petit, est l'amortissement critique 1, auquel correspond $n_1 = 0$.

4. Supposons que l'appareil doive enregistrer une fonction $u(t)$ sensiblement égale à la somme de fonctions sinusoïdales u_N de fréquence $N = N_0 n$, inférieures à une certaine borne $N_c = N_0 n_c$. Soit σ l'écart-type de $v(t)$. Soit v_N la composante de $v(t)$ correspondant à la vibration u_N.

Le rapport de l'*écart entre les amplitudes* de u_N et de v_N à l'amplitude de v_N est

$$(2) \qquad \delta = \left| [(1 - n^2)^2 + 4n^2 f^2]^{\frac{1}{2}} - 1 \right|.$$

Supposons qu'on ne veuille réduire au minimum que l'erreur sur les amplitudes, parce que les différences de phase sont sans influence sur les résultats cherchés (calcul de moyennes, de coefficients d'autocorrélation) : à un écart-type relatif donné $\varepsilon = w/\sigma$ correspond un amortissement optimum $f_2(\varepsilon)$, celui pour lequel le premier maximum de δ vaut ε; il lui correspond aussi une valeur $n_2(\varepsilon)$ de la borne de fréquence réduite n_c, celle pour laquelle δ reprend la valeur ε.

Pour ε arbitrairement petit, les valeurs limites sont

$$f_2(0) = \frac{1}{\sqrt{2}} \qquad \text{et} \qquad n_2(0) = 0.$$

5. Supposons que, dans un enregistrement, on veuille réduire au minimum à la fois les erreurs d'amplitude et les erreurs dues aux différences de phase; on peut calculer pour toute composante u_N la différence entre sa valeur à une date t et la valeur $v_N[t + (\theta/N_0)]$ de la composante correspondante de v à une date postérieure. Le rapport η de l'*amplitude de cette différence* à l'amplitude de v_N vaut

$$\eta = [(1 - n^2 - \cos 2\pi n\theta)^2 + (2fn - \sin 2\pi n\theta)^2]^{\frac{1}{2}}. \tag{3}$$

Pour maintenir η petit dans un intervalle de variation $(0, n_e)$ de n, imposons-nous la condition que η, nul pour $n = 0$, s'annule pour une autre valeur de $(0, n_e)$; η^2 étant une somme de deux carrés, on a deux relations, qui fixent f et θ. L'amortissement optimum $f_3(\varepsilon)$ est celui pour lequel le premier maximum de η vaut ε; il lui correspond une valeur $n_3(\varepsilon)$ de la borne de fréquence réduite n_e, celle pour laquelle η reprend la valeur ε.

Pour $f = f_3(\varepsilon)$ et $N < N_0 n_3(\varepsilon)$, l'écart type de $(u - v)$ sera lui-même inférieur à l'écart-type de v multiplié par ε.

Pour une même valeur de ε, on a $f_3 > f_2$ et $n_3 < n_2$, mais les valeurs limites sont les mêmes.

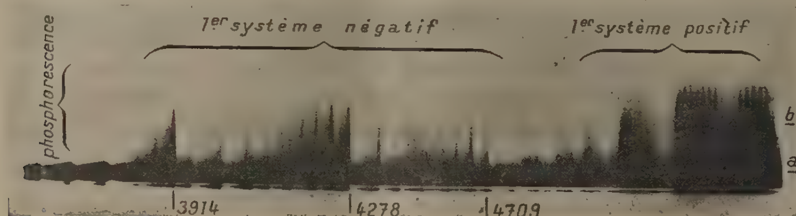
SPECTROSCOPIE. — *Spectre de recombinaison de la molécule d'azote.* Note de Mme **Renée Herman**, présentée par M. Charles Fabry.

Les essais, faits au laboratoire, pour reproduire le spectre auroral de l'azote ayant donné des résultats contradictoires, j'ai essayé d'y apporter une contribution nouvelle en étudiant, à l'aide du phosphoroscope à impulsions de M. Pierre Lejay [1], la luminescence de ce gaz, immédiatement après la suppression des oscillations électriques.

Le spectre ainsi obtenu se compose d'une partie intense, correspondant à l'excitation du gaz par les oscillations électriques pendant un temps de l'ordre de $6 \cdot 10^{-5}$ seconde (partie *a* de la figure); après l'arrêt des oscillations, une partie du spectre ci-dessus se prolonge pendant $7 \cdot 10^{-4}$ seconde environ et constitue une phosphorescence de l'azote (partie *b* de la figure). Le spectre de la décharge est composé des premier et second systèmes positifs et du premier groupe négatif; le spectre de la phosphorescence est constitué par les premiers systèmes, positif et négatif, le second système positif étant absent ou extrêmement faible. Ce dernier spectre est caractérisé par le fait que, seuls, appa-

(1) *Comptes rendus*, **220**, 1945, p. 69.

raissent les systèmes dont le niveau inférieur est métastable, soit le niveau fondamental de l'ion moléculaire $N_2^+(X'\,^2\Sigma_g^+)$ pour le premier système négatif, et l'état métastable $N_2(A\,^3\Sigma_u^+)$ pour le premier système positif. Dans le système



négatif les bandes à $v'>0$ sont très exaltées, ce qui rappelle le spectre des aurores de haute altitude; dans le système positif on trouve également une exaltation des niveaux de vibration élevés, mais beaucoup moins prononcée que dans la phosphorescence verte.

Il est à remarquer qu'on ne trouve pratiquement pas d'exaltation des niveaux $B(v=6)$ et $B(v=11)$ dans le premier système positif, cette phosphorescence est donc entièrement différente de celle de Lord Rayleigh.

J. Kaplan [2] ayant affirmé avoir réussi à reproduire, au laboratoire, l'émission aurorale de la molécule d'azote, Cario et Stille [3] ont essayé, à plusieurs reprises et sans succès, d'exciter les bandes négatives de l'azote en phosphorescence. Ils en concluent que le système $B\,^2\Sigma_u^+ \rightarrow X'\,^2\Sigma_g^+$ n'existe pas en phosphorescence, mais provient de la décharge elle-même, par suite d'un défaut de synchronisation du stroboscope, toujours à craindre dans le cas d'interrupteurs mécaniques. Avec le stroboscope employé ici, on est à l'abri d'une telle objection, la synchronisation étant parfaite et la rupture très brusque. Dans le cas de la phosphorescence décrite ci-dessus, l'objection de Cario et Stille serait insoutenable, l'excitation apparente de la molécule étant considérablement plus élevée après l'arrêt des oscillations que pendant la décharge. Contrairement aux observations de Cario et Stille, le second système positif est très faible par rapport au système négatif. Le système obtenu ici présente une bien plus grande exaltation des bandes à $v'>0$ que celui obtenu par Kaplan [3]. Cette phosphorescence de courte durée est distincte de la phosphorescence de longue durée, signalée précédemment, qui contient des bandes relativement intenses du second système positif.

La composition spectrale de la phosphorescence montre la présence, dans le gaz, d'un grand nombre de molécules métastables neutres et ionisées. On peut

---

[2] *Comptes rendus*, **215**, 1943, p. 506; **216**, 1943, p. 492.

[3] G. Cario et U. Stille, *Zeits. Physik*, **102**, 1936, p. 317; **107**, 1937, p. 396; U. Stille, *ibid.*, **109**, 1938, p. 491; J. Kaplan, *ibid.*, **109**, 1938, p. 750.

songer à un processus suggéré par Cario et Stille, consistant dans l'excitation des ions par chocs avec les molécules métastables A $^3\Sigma_u^+$ et émission du système négatif, mais, dans ce cas, les chocs entre deux molécules A $^3\Sigma_u^+$ devraient conduire à l'émission du second système positif, qui est pourtant très faible. D'autre part on ne s'explique pas l'exaltation des niveaux élevés de vibration, l'équilibre thermique devant être réalisé aux pressions utilisées (de l'ordre du millimètre de mercure). En ce qui concerne le premier système positif, le processus de Cario et Kaplan n'intervient pas ici (ce système ne présentant pratiquement pas d'exaltation pour $v' = 6$ ou 11).

Des phénomènes semblables, avec exaltation des niveaux élevés, ayant été observés dans le cas de la recombinaison d'ions atomiques, on peut se demander si l'on n'a pas affaire ici à une excitation par recombinaison des ions moléculaires avec les électrons libres dans le gaz. Ceci conduit à admettre l'existence d'ions N_2^{++}, deux fois ionisés, et d'ions N_2^+, une fois ionisés, dont la recombinaison permettrait, respectivement, l'émission du premier système négatif et du premier système positif. Le champ de l'électron augmente, comme on le sait, les probabilités des transitions moléculaires et conduit à un nivellement des intensités des bandes dans une séquence.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Étude de la solution de formaldéhyde.* Note de M. **Robert Sauterey.**

On connaît depuis longtemps de nombreux polymères du formol obtenus à partir de sa solution. Auerbach ([1]), Staudinger ([2]) et ses élèves ont étudié l'existence de ces polymères au sein de la solution (en particulier par cryoscopie).

Nous avons voulu étudier la solution en maintenant constantes les conditions physiques.

Nous avons étudié pour cela le dosage du formol par l'iode. Les résultats obtenus lors de ce dosage dépendent :

A. du temps accordé à la réaction;

B. de la quantité de soude ajoutée au milieu réagissant.

A. Nous avons reconnu que la durée de la réaction ne tient pas à l'action plus ou moins rapide de l'iode sur un ou plusieurs états du formaldéhyde dissous, mais à un équilibre entre ces états du formol et une forme oxydable instantanément.

Pour cela, nous avons traité des volumes identiques d'une solution de formol (pH 12) par un même volume de solutions d'iode plus ou moins concentrées (1 et 0,1 N). On acidifie immédiatement par ClH, pour neutraliser la soude, et l'on dose l'iode non attaqué par une solution titrée d'hyposulfite.

([1]) *Arb. Kais. Gesundh. Amts*, **22**, 1905, p. 607; **27**, 1907, p. 183.

([2]) *Die hochmolekularen organischen Verbindungen*, pp. 224 et suiv.

Ce dosage montre que la concentration de l'iode n'influe pas sur la vitesse initiale.

Dans le cas étudié, pour une solution de formol contenant $26^g,7$ au litre (0,89 mol/l), au pH 12, il existe à l'équilibre 4,8 % du formol total sous forme oxydable.

Nous avons montré d'autre part que cette forme oxydable n'est autre que le formol monomère.

Ce résultat était prévisible. Les formes polymères du formol (polyoxyméthylènes ou hydrates) comportent en effet des chaînes =C—O—C—O—C= fermées ou non, qui doivent être rompues avant leur oxydation.

Nous avons pu oxyder le formol monomère par l'iode de la façon suivante. Le formol monomère gazeux, produit par la décomposition par la chaleur du trioxyméthylène, est recueilli dans un volume connu de solution d'iode titrée; après l'opération, l'iode en excès est dosé par l'hyposulfite.

On obtient les résultats suivants :

Formol absorbé (mg)................	48	67	73
Quantité d'iode calculée (cm^3).........	32	45	49
Iode attaqué (dosage) »	31,8	45,1	49

Il existe donc dans la solution de formol un équilibre entre la forme monomère et une ou plusieurs formes complexes.

B. Étude de l'équilibre. — 1° *Influence de la concentration.* — Nous avons fait cette étude pour une solution de pH 12.

Nous ajustions la solution de formol pur au pH et à la concentration voulue par addition de potasse.

10^{cm^3} de cette solution sont traités par un volume connu d'iode. Après quelques secondes d'agitation, on traite par 2^{cm^3} d'acide chlorhydrique. On dose alors l'iode en excès.

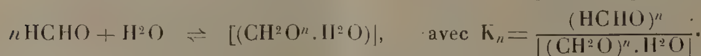
De nombreux essais ont été faits pour les concentrations suivantes, exprimées en molécules de formol par litre : 0,89; 0,534; 0,445; 0,43; 0,34; 0,205; 0,125; 0,089; 0,0445.

Pour toutes ces concentrations, nous avons trouvé que le pourcentage de formol monomère était constant et égal à 4,8 %.

Dans la solution nous avons un des équilibres suivants :



$$n\text{HCHO} \rightleftharpoons (\text{CH}^2\text{O})^n, \qquad \text{avec } K_1 = \frac{(\text{HCHO})^n}{[(\text{CH}^2\text{O})^n]},$$



$$n\text{HCHO} + \text{H}^2\text{O} \rightleftharpoons [(\text{CH}^2\text{O}^n.\text{H}^2\text{O})], \qquad \text{avec } K_n = \frac{(\text{HCHO})^n}{[(\text{CH}^2\text{O})^n.\text{H}^2\text{O}]}.$$

D'après le résultat ci-dessus nous aurions donc pour le pH 12, dans la solution, un équilibre entre le formol monomère et une forme monomère hydratée. Le monomère représente 4,8 % du formol total.

2° *Influence du* pH. — Le mode opératoire est le même que précédemment.

Cette étude a été faite pour des concentrations moléculaires de 0,89; 0,445; 0,089; 0,045.

Pour les pH élevés nous retrouvons les résultats de l'étude précédente.

Nous donnons ci-dessous les résultats relatifs à une série d'expériences pour la concentration moléculaire de 0,445.

pH.	% de monomère.			
13,4	35,6	57,5	57,4	57,3
13	32	47	47,3	39,6
12,5	18,1	25,6	26,2	25,6
12	8,1	4,5	4,8	4,8
10,4		moins de 1 %		
9,3		» 0,1		

Les résultats soulignés sont ceux qui se retrouvent dans toutes les séries d'expériences pour toutes les contractions.

Les résultats anormaux proviennent de deux causes :

1° Abaissement du pH avant la fin de l'oxydation initiale, résultats trop faibles.

2° Résultats trop forts, pour avoir laissé l'équilibre se déplacer.

Nous constatons que le pourcentage de monomère présente une variation rapide à partir d'un pH de l'ordre de 11. Pour cette valeur il y a vraisemblablement un changement de structure à l'intérieur de la solution, une forme complexe se substituant à une autre forme complexe.

Des travaux sont actuellement en cours pour préciser et compléter l'étude de cet équilibre.

PHYSICOCHIMIE. — *Nouvelle méthode d'étude de la diffusion dans les liquides. Mesure des coefficients de diffusion.* Note de M. **Édouard Calvet**, présentée par M. Charles Fabry.

Les nombreuses méthodes de mesure du coefficient de diffusion D, actuellement connues, reposent sur l'étude de cas particuliers d'intégration de l'équation différentielle de Fick

$$\frac{dc}{dt} = D\frac{d^2c}{dx^2}, \tag{1}$$

dans lesquels D *est supposé constant* vis-à-vis de la concentration c.

Or l'expérience a démontré que D est fonction de c et peut-être aussi du gradient de c. Toutes ces méthodes paraissent donc incorrectes.

J'ai cherché à opérer en sens inverse : j'ai obtenu *expérimentalement* la représentation graphique de la fonction $c = f(x, t)$ donnant la concentration à chaque instant t et à chaque niveau x d'une cuve dans laquelle se produit un processus quelconque de diffusion verticale. Les mesures de (dc/dt) et de (d^2c/dx^2) s'obtiennent alors par dérivation et l'on déduit leur quotient D.

Principe de la méthode utilisée. — Une double cuve à faces parallèles est remplie d'un côté par un liquide témoin (solvant pur ou solution homogène du corps étudié), de l'autre côté par le même liquide dans lequel le processus de diffusion se produit. Deux faisceaux lumineux provenant d'une double fente de Young dont *les rayons se propagent uniquement dans des plans horizontaux* traversent ces cuves. Ils interfèrent à la sortie et donnent des franges courbées qui dessinent les courbes $c = f(x)$ à chaque instant t de la diffusion. En effet chaque point d'une frange subit un déplacement horizontal proportionnel à la différence d'indice à chaque niveau dans les deux cuves et celle-ci est elle-même proportionnelle à la différence de concentration c.

D'autre part l'enregistrement photographique du déplacement des franges en fonction du temps donne expérimentalement les courbes $c = f(t)$ pour les points de la cuve situés à un niveau d'abscisse x.

On déduit de ces deux systèmes de courbes les dérivées partielles qui figurent dans l'équation de Fick.

Appareil interférentiel utilisé. — Un faisceau cylindrique horizontal de lumière monochromatique tombe sur une lentille cylindrique à axe vertical. La focale verticale se projette sur une fente F qui éclaire la double fente de Young. Chacun des faisceaux qui en proviennent passe par l'une des deux parties de la double cuve. Celle-ci n'est donc *traversée que par des rayons qui se propagent suivant des plans horizontaux*. Un objectif O donne ensuite l'image de la fente F dans le plan focal-objet d'une lentille cylindrique C de grande puissance, qui donne par conséquent des franges à l'infini. Le faisceau est coupé horizontalement par la fente de l'enregistreur photographique E. Un prisme équerre, monté sur charnière, escamotable, permet de le rejeter latéralement pour l'examen et la photographie du tableau de franges à une distance optique de O égale à OE. D'autre part la cuve et l'enregistreur sont dans des plans conjugués par rapport à l'objectif O (la lentille cylindrique C n'intervient pas dans la mise au point d'un segment de droite vertical pris dans le plan de la cuve). Nous appellerons G le grandissement correspondant.

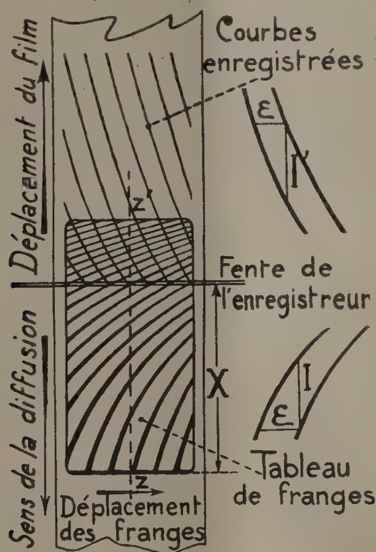
Mesure de d^2c/dx^2. — La photographie du tableau de franges prise à différents instants t permet de suivre les phases du phénomène et aussi de mesurer, en chaque point de la cuve, $(dc/dx)_t$ et $(d^2c/dx^2)_t$. Pour cela on mesure, au comparateur ou au microphotomètre enregistreur, les intervalles *verticaux* successifs I qui séparent deux franges consécutives : I/G est la distance verticale de deux points de la cuve pour lesquels la concentration varie de la quantité constante $\Delta c = \varepsilon$ correspondant à l'interfrange compté *horizontalement*.

$$\left(\frac{dc}{dx}\right)_t = \varepsilon \frac{G}{I}.$$

On construit alors la courbe donnant $1/I$ en fonction de l'abscisse X comptée sur le tableau de franges ($X = G.x$). En désignant par a le coefficient angu-

laire de la tangente à cette courbe au point d'abscisse X, on a

$$\left(\frac{d^2c}{dx^2}\right)_t = \varepsilon.a.G^2. \tag{2}$$



Mesure de dc/dt. — On a procédé par enregistrement photographique sur un film se déplaçant à la vitesse v derrière une fente fine horizontale. On enregistre des stries inclinées. La mesure des intervalles I', entre ces stries comptés dans le sens du déplacement, donne $(dc/dt)_x$. On a

$$\frac{dc}{dt} = \varepsilon\frac{v}{I'}. \tag{3}$$

De (1), (2), (3), on déduit

$$D = \frac{V}{G^2.a.I'}.$$

Cette méthode permet ainsi la mesure de D à n'importe quel instant t de la diffusion pour un point de niveau x, pris dans la cuve à diffusion.

CHIMIE THÉORIQUE. — *Sur la détermination du nombre des structures électromères possédant une même liaison ineffective.* Note de M. **Raymond Daudel** et Mme **Alberte Pullman**.

Généralités. — Le nombre de toutes les structures indépendantes possibles que l'on peut former pour un hydrocarbure aromatique donné a été évalué par Rumer. Pauling a montré comment on pouvait déterminer le poids de

chacune de ces structures et a fait remarquer que seules les structures non excitées et celles correspondant au premier degré d'excitation sont importantes ([1]).

Wheland a mis au point une méthode permettant de calculer le nombre des structures canoniques possédant un degré d'excitation donné ([2]).

Swartholm utilisant ces travaux a pu calculer les densités électroniques existant en chaque point d'une molécule aromatique ([3]).

Dans le but d'exécuter rapidement des calculs de ce genre, nous voulons proposer un procédé simple de calcul du nombre des structures canoniques d'un composé donné possédant la même liaison ineffective et en montrer quelques applications.

Cas des chaînes droites .... — Pour plus de commodité on place tous les carbones sur un cercle ou une ellipse plus ou moins aplatie. On les numérote dans l'ordre où on les rencontre en décrivant la courbe fermée dans un sens arbitraire. On remarque tout d'abord que les liaisons ineffectives ne peuvent s'établir qu'entre deux carbones de parités différentes.

Il est facile de voir qu'à une chaîne de N noyaux correspondent $N+1$ structures kékuléennes.

Il faut d'autre part distinguer deux types de carbones. Ceux qui n'appartiennent qu'à un seul noyau (nous les appellerons *carbones* A et les autres *carbones* B). En général, à un noyau benzénique correspondent deux représentations. Nous dirons qu'un noyau est bloqué quand il ne lui en correspond qu'une.

Avec ces définitions on montre aisément que :

1° toute liaison ineffective établie entre deux carbones A bloque tous les noyaux qu'elle traverse;

2° toute liaison ineffective établie entre un carbone A et un carbone B bloque tous les noyaux qu'elle traverse et tous les noyaux situés du côté de B;

3° toute liaison ineffective établie entre deux carbones B bloque tous les noyaux de la chaîne.

Si donc une chaîne possède N noyaux :

a. à une liaison du type 1° correspondent $n[N-\{n+(p-1)\}+1]$ structures, si n est le plus petit numéro d'ordre possible du noyau porteur de l'un des carbones A et p le nombre des noyaux traversés par la liaison;

b. à une liaison du type 2° correspond n représentations;

c. à une liaison du type 3° correspond une représentation.

Application. — Quelle est donc la liaison ineffective d'une chaîne droite

---

([1]) *J. Chem. Phys.*, 1, 1933, p. 280.

([2]) *Ibid.*, 3, 1935, p. 356.

([3]) *Arkiw for Kemi-Mineral Geol.*, A, 15, 1941, n° 13.

donnée qui engendre le plus de structures? Cette liaison est évidemment du type 1°. Pour N et n donnés il faut que p soit minimum. Cette liaison est donc dewarienne. Il faut de plus que

$$\frac{d[n(N-n+1)]}{dn}=0,$$

d'où

$$n=\frac{N+1}{2}.$$

Cette condition, qui ne se réalise que si N est impair, montre que, dans ce cas :

De toutes les formules que l'on peut écrire pour représenter un hydrocarbure aromatique linéaire, c'est la formule dewarienne symétrique qui est la plus importante.

Généralisation. — Ces règles, que l'on peut étendre immédiatement, en les complétant, au cas des hydrocarbures aromatiques quelconques, permettent le calcul rapide des densités électroniques, quand on admet que les structures du premier degré d'excitation ont toutes même poids.

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Sulfate basique de nickel.* Note de M. JULES LAMURE.

J'ai repris l'étude des produits résultant de l'action du magnésium sur les solutions de sulfate de nickel de concentrations diverses à la température de 15°.

Le magnésium, porphyrisé au moment de l'emploi, est introduit toujours à raison de 1 atome pour 5 de nickel. Un temps de latence de l'ordre de quelques secondes, d'autant plus court que la solution est plus concentrée, correspond au dépôt d'une couche de nickel sur le magnésium. Le couple ainsi formé décompose alors vivement l'eau. L'hydrogène se dégage. Les ions $(HO)^-$ libérés rendent la solution momentanément alcaline et précipitent l'hydroxyde de nickel, dont le produit de solubilité est inférieur à celui de la magnésie. La solution se trouble en même temps. L'hydroxyde s'unit au sulfate de nickel de la solution pour donner un sel basique, qui, malgré l'agitation, se dépose autour de chaque particule de magnésium, l'isole en partie et contribue à ralentir le dégagement d'hydrogène. Introduisant aussi une hétérogénéité nouvelle dans le système, cette couche est un des obstacles à l'étude de la cinétique de la réaction. Le dépôt, vert vif, continue à se former tant que se poursuit le dégagement d'hydrogène, puis se prolonge pendant un temps d'autant plus long que la dilution est plus grande. Il devient alors plus bleu, plus pâle, floconneux et reste facilement en suspension. Il est presque immédiat quand on porte la solution à l'ébullition. G. Gire [1] a attribué à ces dépôts successifs la même formule SO^4Ni, $4NiO$, $10OH^2$, après dessiccation à 100°.

---

(1) *Comptes rendus*, **197**, 1933, p. 1646; *Bull. Soc. Chim.*, 5e série, **1**, 1934, p. 1242.

Solubilité de l'hydroxyde de nickel dans les solutions de sulfate. — J'ai vérifié d'abord que l'hydroxyde de nickel, sous certaines formes au moins, peut se dissoudre dans les solutions de SO^4Ni avec formation de sel basique. Si celui qu'on obtient par action de HONa sur une solution saline de nickel ne semble pas se dissoudre (1), par contre j'ai obtenu une dissolution nette de l'hydroxyde préparé de la façon suivante : une solution M 10 de Cl^2Ni est additionnée, sans excès, de $HONH^4$ jusqu'à dissolution complète de l'hydroxyde formé; l'ammoniac est ensuite éliminé par ébullition prolongée jusqu'à décoloration totale de la liqueur. L'hydroxyde précipite dans ces conditions sous forme de microcristaux vert pomme, se déposant aussitôt et présentant un spectre X bien défini et caractéristique.

En l'agitant pendant 48 heures avec une solution sensiblement normale de SO^4Ni, on constate :

1° que la solution s'appauvrit constamment en nickel, tandis que sa teneur en ions (SO^4) diminue d'abord pour revenir ensuite vers sa valeur primitive;

2° que l'insoluble conserve, malgré un lavage minutieux, une quantité appréciable d'ions (SO^4).

Ces résultats montrent :

1° que l'hydroxyde peut se dissoudre dans les solutions de sulfate de nickel, pour donner une combinaison insoluble;

2° que le sel formé s'hydrolyse même en solution assez concentrée.

Formule de l'oxysulfate. — La différence d'allure des précipités obtenus pouvait laisser supposer une différence de composition. J'ai analysé, pour des concentrations initiales très variables, les dépôts vert franc, obtenus dès le début et ceux, plus bleus, formés lentement. Les nombreuses analyses effectuées montrent que :

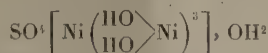
1° les dépôts lents contiennent toujours, pour un ion (SO^4), un nombre d'atomes de nickel supérieur à celui des dépôts immédiats;

2° pour les concentrations comprises entre M/2 et M/10, le rapport (Ni)/SO^4 reste sensiblement constant et voisin de 4, dans les dépôts immédiats;

3° la valeur de ce rapport augmente avec la dilution et la durée de formation des dépôts.

On peut donc conclure que la formule du sel obtenu tout d'abord dans ces conditions est $SO^4Ni, 3NiO, nOH^2$. L'hydrolyse commence dès sa formation, pour aboutir à un équilibre, d'autant plus vite établi entre le sel basique, SO^4Ni et $(HO)^2Ni$ que la concentration de la solution est plus grande. Ce sel, très hydraté dès sa formation, s'effleurit rapidement à l'air. Après déshydratation entre 100° et 120°, il ne conserve que $4OH^2$; au-dessus de 150° il perd encore une molécule d'eau, puis il noircit si l'on chauffe davantage, ne cédant les trois dernières molécules d'eau qu'en se décomposant. L'examen des spectres X obtenus aux différentes étapes de cette transformation confirme ces résultats.

Il semble donc possible de lui attribuer, comme O. Binder (²) l'a fait pour le sulfate basique de cuivre, la formule



$$SO^4\left[Ni\left(\begin{matrix}HO\\HO\end{matrix}>Ni\right)^3\right], OH^2$$

et de le faire rentrer dans le groupe des *hexols* de A. Werner (³).

Pour des concentrations supérieures à M/2, le rapport Ni SO⁴ diminue et tend vers la valeur 2, ce qui indiquerait un mélange de l'oxysulfate précédent avec un autre SO^4Ni, NiO, nOH^2.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur l'isolement du dysprosium métallique.* Note de M. **Félix Trombe**, présentée par M. Paul Lebeau.

Les éléments du groupe des terres rares sont actuellement bien définis dans leurs différents états d'ionisation. Sous forme métallique, ceux qui appartiennent au groupe *cérique* (La, Ce, Pr, Nd, Sm) ont été préparés à différents degrés de pureté. Par contre dans le groupe *yttrique*, comprenant avec l'yttrium les éléments de numéro atomique 63 à 71, les lacunes sont nombreuses. J'ai isolé, par dissociation thermique, de leurs alliages avec le cadmium, en 1934 le gadolinium (64) (¹), en 1938 l'europium (63) (²). En 1937, Klemm et Bommer (³), ayant obtenu des métaux yttriques très divisés dans une gangue de chlorures alcalins, n'ont pu les séparer de cette gangue.

Cette Note se rapporte à l'isolement de l'élément 66, le dysprosium, à l'état de métal.

L'ensemble du traitement de terres riches en dysprosium, commencé sous la direction de Georges Urbain, représente environ 15 000 cristallisations de nitrates simples dans l'acide nitrique. Les fractions centrales les plus pures, mais contenant encore de l'yttrium, sont traitées par précipitation basique à l'aide de gaz ammoniac (⁴). On obtient finalement un oxyde donnant seulement le spectre d'absorption du dysprosium et ayant une susceptibilité magnétique égale à $232,8.10^{-6}$ à 20°C. (valeur actuellement admise pour Dy^2O^3 à 20°C.). L'oxyde de dysprosium, converti en chlorure anhydre fondu, en présence de chlorure de potassium, est électrolysé à 700-750°C. dans un mélange eutectique de chlorures alcalins (sodium et potassium). Le creuset d'électrolyse, en quartz, est protégé, dans sa partie inférieure, par une tôle de molybdène. L'anode est en graphite très pur, la cathode en molybdène plongé dans une masse de

(²) *Ann. Chim.*, 11ᵉ série, 5, 1936, p. 337.
(³) *Ber. d. chem. Ges.*, **40**, 1907, p. 4444.

(¹) *Comptes rendus*, **200**, 1935, p. 459.
(²) *Ibid.*, **206**, 1938, p. 1380.
(³) *Z. anorg. allgem. Chem.*, **231**, 1937, p. 138.
(⁴) *Comptes rendus*, **215**, 1942, p. 539.

cadmium fondu. L'électrolyse donne un alliage de cadmium à 7,5 % de dysprosium. 60 % environ du métal contenu dans le chlorure initial peuvent être alliés au cadmium. La séparation du cadmium et du dysprosium est effectuée en tube de verre pyrex scellé. L'alliage, contenu dans un creuset de molyddène, entouré d'une tôle de même métal, est placé dans un tube de quartz, à une certaine distance de la paroi de verre. Un chauffage extérieur, réglé à 500° C. et prolongé 24 heures, provoque une distillation lente du cadmium sur une partie froide du tube. Il reste dans le creuset une éponge cohérente, très oxydable à l'air ($Dy > 50$ %), présentant la forme réduite de l'alliage initial. La suite de la purification thermique est faite toujours dans le même tube scellé, par induction haute fréquence dans le molybdène et l'alliage; à 1100° environ, le cadmium est totalement éliminé du dysprosium. A une température notablement supérieure, mais inférieure à 1500° C., le dysprosium fond et distille déjà légèrement sous vide.

Le métal préparé contient moins de 0,4 % de silicium.

Le dysprosium métallique est très fortement paramagnétique à la température ordinaire. Noir à l'état pulvérulent, et, après fusion, d'un blanc un peu moins clair que celui de l'argent, il est malléable et sa dureté peut être comparée à celle du cuivre. Beaucoup moins volatil que l'europium, il paraît néanmoins l'être plus que le gadolinium. Comme celui-ci le dysprosium n'attaque pas l'eau à froid et s'oxyde nettement moins rapidement à l'air que les premiers métaux du groupe des terres rares.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Acétates acides et acétates hydratés de cadmium.* Note de M. **L. J. Olmer** et Mlle **Marinette Gerbault.**

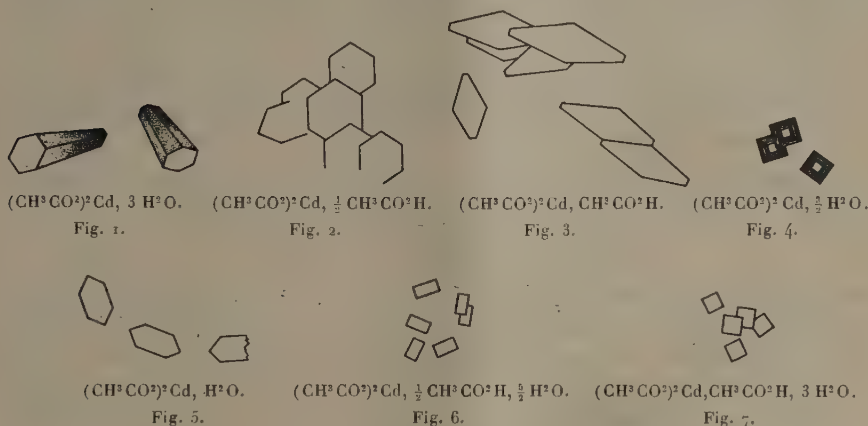
On n'a signalé jusqu'à présent que trois acétates de cadmium, l'un anhydre, l'autre à $3H^2O$, et un acétate à la fois acide et hydraté (1), que nous n'avons pu retrouver. Nous avons préparé les composés suivants, non encore décrits :

1° *Acétate à 1/2 molécule d'acide acétique* $(CH^3CO^2)^2Cd$, $0,5\,CH^3CO^2H$. — Obtenu par l'action d'un excès d'anhydride acétique sur l'acétate à $3H^2O$, à 80°, pendant au moins 1 heure 1/2 à 2 heures, au réfrigérant ascendant, décantation de l'excès d'anhydride et séchage à la presse. Ce sont des lamelles hexagonales plates et brillantes, d'angle 120°, l'hexagone étant très régulier (*fig.* 2), très différentes du corps dont on est parti (*fig.* 1). Ces cristaux sont plus denses que l'eau, dans laquelle ils ne se dissolvent que très lentement, et insolubles dans l'alcool, l'éther et l'acide acétique. L'analyse donne la formule ci-dessus, avec une erreur moindre que 0,7 %.

2° *Acétate à 1 molécule d'acide acétique* $(CH^3CO^2)^2Cd$, CH^3CO^2H. — Obtenu par le même mode opératoire à 80°, mais en maintenant le contact au

(1) W. C. Cagle et W. C. Vosburgh, *J. Am. Chem. Soc.*, 57, 1935, pp. 414-415.

moins 10 heures; ou bien en maintenant à 15° l'acétate à $3H^2O$ avec un excès d'anhydride acétique pendant 15 jours. On peut suivre chaque jour au microscope les transformations du corps primitif en le précédent, puis en acétate à une molécule d'acide. Ce sont des lamelles hexagonales allongées, presque des losanges (*fig*. 3), d'angles 140° et 110°, plus denses que l'eau, s'y dissolvant très lentement, insolubles dans l'alcool et l'éther. L'analyse donne la formule ci-dessus avec une erreur moindre que 0,3 %.



$(CH^3CO^2)^2Cd, 3\,H^2O$. Fig. 1. $(CH^3CO^2)^2Cd, \frac{1}{2}\,CH^3CO^2H$. Fig. 2. $(CH^3CO^2)^2Cd, CH^3CO^2H$. Fig. 3. $(CH^3CO^2)^2Cd, \frac{3}{2}\,H^2O$. Fig. 4.

$(CH^3CO^2)^2Cd, H^2O$. Fig. 5. $(CH^3CO^2)^2Cd, \frac{1}{2}\,CH^3CO^2H, \frac{5}{2}\,H^2O$. Fig. 6. $(CH^3CO^2)^2Cd, CH^3CO^2H, 3\,H^2O$. Fig. 7.

3° *Acétate à 3/2 molécules d'eau* $(CH^3CO^2)^2Cd, 1,5\,H^2O$. — Obtenu en laissant l'un des deux corps précédents sous une cloche dans une atmosphère saturée de vapeur d'eau à 15°, jusqu'à poids constant. On obtient un liquide difficile à faire cristalliser, même à — 3°, mais qui finit par cristalliser à 15°, par évaporation, en cristaux qui, au microscope, ont la forme de pyramides quadrangulaires tronquées, qui s'agglomèrent en trémies, visibles à l'œil nu (*fig*. 4). L'analyse ne donne qu'une précision de 3 %, à cause, probablement, de l'eau interposée dans les trémies.

Cagle et Vosburgh [1] ont signalé le composé $3(CH^3CO^2)Cd, 4CH^3CO^3H, 4H^2O$, qu'ils auraient obtenu par dissolution de l'acétate à $3H^2O$ dans un mélange équimoléculaire d'eau et d'acide acétique. Par cette méthode nous n'avons obtenu que l'acétate à $1,5\,H^2O$, dont la forme en trémies et l'analyse correspondent au corps précédent.

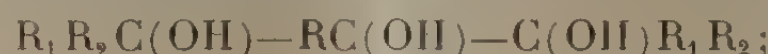
4° *Acétate à 1 molécule d'eau* $(CH^3CO^2)^2Cd, H^2O$. — Obtenu par un excès d'anhydride acétique sur l'hydroxyde $(HO)^2Cd$ pendant trois heures sous agitation, à 55°. C'est une poudre blanche, qui, au microscope, est formée de lamelles à 6 côtés irréguliers (*fig*. 5), d'angles opposés 108°, les autres variant légèrement de 124 à 128°. Ces cristaux sont peu solubles dans l'eau froide, plus solubles à l'ébullition, où ils finissent par se transformer en acétate

à $3H^2O$. L'analyse donne la formule ci-dessus avec une erreur moindre que 1 %.

5° *Acétates à la fois acides et hydratés.* — Nous les avons obtenus par l'action d'un excès d'alcool à 95° sur les solutions saturées à froid des deux acétates acides précédents, puis évaporation à 50°. Dans les deux cas, on obtient des cristaux transparents, incolores, rectangulaires (*fig.* 6 et 7), que l'aspect seul ne permet pas de différencier. Les analyses conduisent, pour le premier, à $(CH^3CO^2)^2Cd$, $0{,}5\,CH^3CO^2H$, $2{,}5\,H^2O$ avec une précision de 1 % et pour le second à $(CH^3CO^2)^2Cd$, CH^3CO^2H, $3\,H^2O$, avec seulement la précision de 2 %.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Obtention de cétols dans la réduction d'un mélange d'une cétone et d'un ester par le sodium en présence d'eau.* Note de M. **Joseph Wiemann**, présentée par M. Marcel Delépine.

J'ai montré ([1]) que la réduction d'une cétone R_1COR_2 et d'un ester $RCOOC^2H^5$ par le sodium en présence d'eau donne le glycérol



$$R_1R_2C(OH)-RC(OH)-C(OH)R_1R_2;$$

les rendements étant faibles, j'ai essayé de mettre en évidence la formation d'autres produits, en vue surtout de saisir des composés intermédiaires, permettant d'élucider le mécanisme de réaction.

J'ai pu montrer ainsi qu'il se forme des cétols; ceux-ci sont de deux types : partant de l'ester $RCOOC^2H^5$ et de la cétone R_1COR_2, on obtient les cétols $R-CO-CHOH-R$ et $R-CO-C(OH)R_1R_2$.

Le premier est l'acyloïne, que donne la réduction par le sodium de l'ester en milieu anhydre, puis traitement par l'eau ([2]); la formation du cétol mixte n'a jamais été observée à notre connaissance dans ces conditions; on sait que la condensation en milieu anhydre donne des β-dicétones; celles-ci ne semblent pas se former ici; le mécanisme est donc entièrement différent; il doit faire intervenir les radicaux $R_1R_2C(OH)-$ et $R-CO-$; ce dernier doit exister aussi dans la réduction des esters en milieu anhydre et donner des dicétones ([3]).

Ainsi, des produits de réduction du mélange d'acétone et d'acétate d'éthyle, j'ai pu extraire le méthyl-3 butanol-3 one-2, $C^5H^{10}O^2$; É 141-142°; semicarbazone F 163,5-164° (corrigé), oxime F 84,5-85°,5 ; on a indiqué É 142°, semicarbazone F 164-165° ([4]); oxime F 86° ([5]).

L'acétone et le propionate d'éthyle donnent : 1°, la propioïne $C^6H^{12}O^2$ É 162-163°, semicarbazone F 140,5-141°; [Bouveault et Locquin ([2]) indiquent semi-carbazone F 140°], et 2°, le méthyl-4 pentanol-4 one-3 $C^6H^{12}O^2$ É 153°,5-134,5, semicarbazone F 131,5-132°, si elle est chauffée lentement à partir

([1]) *Comptes rendus*, 217, 1943, p. 697.

([2]) Bouveault et Locquin, *Bull. Soc. Chim.*, 3e série, 35, 1906, p. 629.

([3]) V. Smell et Mc Elvain, *J. Amer. Chem. Soc.*, 53, 1931, p. 758.

([4]) J. Schmidt et P. C. Austin, *Ber. d. chem. Ges.*, 35, 1902, p. 3725.

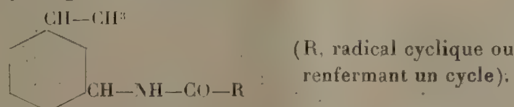
([5]) Faworski, *Journ. prak. Chemie*, 2e série, 88, 1913, p. 662.

de 118°; sinon il y a ramollissement et même fusion à 123,5-125°; le même phénomène a été observé pour ce corps préparé d'après Gourden ([6]), qui indique F 129°; le mélange des deux semicarbazones fond d'une façon identique. Les détails expérimentaux et des exemples d'autres réductions seront donnés dans un autre Recueil.

Les produits obtenus sont légèrement colorés en jaune par la présence sans doute d'un peu de dicétone α que donne toujours la réduction des esters ([3]); les rendements en cétols ne sont pas très élevés, mais peuvent être supérieurs à ceux en glycérol; ils dépendent des proportions respectives en ester et en cétone, un excès de cétone donnant plutôt le cétol; néanmoins de nombreux facteurs interviennent, la température, la réaction acide ou basique du milieu; une étude de l'influence de ces facteurs est en cours; elle a permis déjà d'obtenir des rendements très acceptables.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Activité optique d'amides dérivés du méthyl-3 amino-1 cyclohexane et d'acides cycliques.* Note de MM. **Max Mousseron** et **Robert Granger**, présentée par M. Marcel Delépine.

Poursuivant nos recherches sur l'activité optique des amides ([1]), nous avons préparé et examiné une série de composés dérivant du méthyl-3 amino-1 cyclohexane A ayant pour formule



(R, radical cyclique ou renfermant un cycle).

Les constantes optiques de ces amides, à la concentration de 1 %, sont les suivantes :

Isomères A.	F.	$[\alpha]_{546}$ éthanol.	$[\alpha]_{546}$ benzène.	$[M]_{546}$ éthanol.	$[M]_{546}$ benzène.	$\frac{[\alpha]_{546}}{[\alpha]_{579}}$
	°	°	°	°	°	
Cyclopentylméthanamide	158	−41,2	−45,6	−86,1	−95,3	1,13
Cyclohexylméthanamide	192	−37,0	−42,8	−82,5	−95,3	1,14
Cyclohexèn-1₁ ylméthanamide	111	−24,6	−27,4	−54,4	−60,5	1,15
Cyclohexyléthanamide	156	−41,0	−45,2	−97,2	−107,1	1,14
Cyclohexylidène-éthanamide	123	−36,4	−38,2	−85,5	−89,8	1,14
Cyclohexèn-2₁ ylméthanamide	114	−35,2	−32,1	−82,8	−75,4	1,14
Benzène carbonamide	160	−25,2	−31,8	−54,7	−68,9	1,14
Méthyl-2 benzènecarbonamide	162	−26,4	−33,2	−61,0	−76,7	1,14
Méthyl-3 benzènecarbonamide	145	−30,6	−39,0	−70,7	−87,3	1,14
Méthyl-4 benzènecarbonamide	172	−22,6	−26,8	−52,2	−61,9	1,14
Isopropyl-4 benzènecarbonamide	205	−21,6		−55,9		1,14
Phényléthanamide	130	−37,2	−23,2	−85,9	−53,6	1,15
Phényl-3 propanamide	106	−26,6	−30,6	−65,2	−75,0	1,14
Phényl-3 propèn-2 amide	114	−30,6	−36,8	−74,3	−89,4	1,15
Phényl-3 propyn-2 amide	118	−21,4	−25,0	−51,0	−60,3	1,15
Naphtalènecarbonamide α	190,5	−26,6	−28,0	−71,0	−74,7	1,15
Naphtalènecarbonamide β	118	−21,0	−29,6	−56,1	−79,0	1,14

([6]) *Bull. Acad. Belg.*, 5e série, **11**, 1926, p. 707.

([1]) M. Mousseron et R. Granger, *Comptes rendus*, **220**, 1945, p. 529.

Les amides dans lesquels le radical R est cyclanique sont plus actifs que ceux à radical acyclique ayant le même nombre d'atomes de carbone.

La présence d'une liaison éthylénique dans le cycle abaisse toujours la valeur du pouvoir rotatoire, mais l'introduction de deux nouvelles doubles liaisons, transformant ainsi le noyau cyclohexanique en noyau benzénique, n'a qu'une très faible influence. Une double liaison juxtanucléaire ou extranucléaire, une triple liaison modifient le pouvoir rotatoire.

Un groupement méthylénique, intercalé entre la fonction amide et le cycle, augmente toujours fortement l'activité, mais celle-ci semble diminuer lorsque l'éloignement du cycle est plus grand.

La fixation d'un radical méthyle dans le cycle benzénique s'accompagne d'une variation de l'activité, surtout importante pour la position *méta*. Ces résultats sont en accord avec ceux qui ont été signalés par Frankland et Barrow [2].

Les sulfonamides, de structure voisine de certains carbonamides précédents et n'en différant que par le remplacement de CO par SO^2, présentent les activités suivantes :

		$[\alpha]_{546}$		$[M]_{546}$		
	F.	éthanol.	benzène.	éthanol.	benzène.	$\frac{[\alpha]_{546}}{[\alpha]_{579}}$
Benzènesulfonamide A.........	98°	−32°,7	−31°,6	− 82°,7	− 79°,0	1,14
Benzènesulfonamide B.........	92	−16,6		− 42,0		1,14
Méthyl-4 benzènesulfonamide A.	94	−38,2	−32,8	−101,9	− 87,6	1,14
Méthyl-4 benzènesulfonamide B.	68	−11,5		− 30,8		1,14
β-Naphtalènesulfonamide A+B.	72	−25,2	−36,8	− 76,4	−111,5	1,14

Les deux amides A et B, qui correspondent à l'isomérie *cis trans*, se différencient très nettement l'un de l'autre par leurs pouvoirs rotatoires. De plus ces sulfonamides sont plus actifs que les carbonamides, le groupement SO^2—NH semblant introduire une plus forte action que CO—NH.

D'autre part le facile isolement des amides méthyl-4 benzènesulfoniques a été appliqué à la séparation des méthyl-2 amino-1 cyclohexanes (F 110° et F 95°) et des méthyl-4 amino-1 cyclohexanes (F 43° et F 103°).

CHIMIE APPLIQUÉE. — *Obtention de masses d'épuration des eaux dures à partir de la lignine technique, sous-produit de la saccharification du bois.* Note de MM. **Henri Gault** et **K. W. Hiong**, présentée par M. Marcel Delépine.

La saccharification du bois par traitement sulfurique ou chlorhydrique abandonne comme résidu une *lignine technique*, renfermant, à côté d'une forte quantité d'eau, une proportion variable de cellulose, inaltérée ou modifiée.

Il ne semble pas que jusqu'à présent on ait trouvé pour cette lignine brute

(2) *J. Chem. Soc.*, 95, 1909, p. 2026.

des emplois industriels qui soient à l'échelle de sa production; toute contribution à l'étude de ce problème d'utilisation présente donc de l'intérêt.

Nous croyons lui avoir apporté une solution partielle, qui consiste à transformer la lignine, par action de l'acide sulfurique concentré, en matières douées d'un haut pouvoir d'échange de cations, c'est-à-dire utilisables comme masses d'épuration des eaux à degré hydrotimétrique élevé.

Il est, certes, connu que les matières cellulosiques (bois et tourbe par exemple), les lignites et certains charbons engendrent, par un traitement sulfurique approprié, des masses d'épuration des eaux dures, mais il n'a pas été signalé, à notre connaissance, que des mélanges de lignine et de cellulose, notablement plus riches en lignine que le bois, puissent être employés comme matières premières pour ce même but.

Voici un exemple du traitement auquel nous nous sommes arrêtés.

On triture 100^g de lignine brute humide (50 % d'eau) ou préalablement desséchée (4 % d'eau), le résidu sec renfermant 58 % de lignine et 42 % de cellulose, par 1000^g d'acide sulfurique concentré. La température s'élève progressivement à 100° (lignine humide) ou 60° (lignine desséchée). On abandonne ensuite le mélange à la température ordinaire pendant 1 heure, puis on le verse dans 3^l d'eau. On filtre, lave à l'eau, puis neutralise les dernières traces d'acide sulfurique par une solution de bicarbonate de sodium et termine enfin par un dernier lavage à l'eau. On sèche ensuite à l'étuve à 110-120°. Le produit obtenu se présente sous forme d'une masse granulée noire et peut être utilisé, directement ou après préparation mécanique complémentaire, à tous les usages des échangeurs de cations, en particulier à l'épuration des eaux dures.

Dans un tube de 4^{cm} de diamètre, on introduit, sur une hauteur de 5^{cm}, 20^g du produit obtenu à partir soit de la lignine humide, soit de la lignine desséchée. On fait couler sur cette masse 2^l d'eau de source à 24,5 degrés hydrotimétriques, au débit de 50^{cm^3} par minute. Le degré hydrotimétrique s'abaisse à 2 degrés et, même, à 1 degré.

La régénération de la masse épurante peut être réalisée de la manière suivante :

On immerge, pendant une demi-heure, 20^g du produit dans 100^{cm^3} d'acide sulfurique à 10 %, puis on lave à l'eau jusqu'à disparition de l'ion sulfurique. Après ce traitement, la masse obtenue peut être réemployée directement pour l'épuration de l'eau, dans des conditions identiques à celles qui viennent d'être décrites.

PÉTROGRAPHIE. — *Observations sur la structure microscopique des houilles du bassin de Bertholène (Aveyron).* Note de M. **Frédéric-Marie Bergounioux** et Mlle **Jeanne Doubinger**, présentée par M. Albert Michel-Lévy.

Le détroit de Rodez est jalonné au Sud par une grande faille de direction générale Est-Ouest, qui rejette le houiller en profondeur. Le petit bassin de Bertholène a la forme d'une cuvette ovale; il est découpé en deux panneaux par une faille SO-NE, avec un rejet de 70 mètres vers l'Est. On y distingue 3 séries de couches, dont les échantillons ont été soumis à une étude chimique et à un examen pétrographique.

I. Caractères macroscopiques. — Ces charbons sont formés de trois constituants interstratifiés :

1° le *Fusain*, en lits parfois assez importants (surtout dans le sillon n° 3;)

2° le *Vitrain*, en filets atteignant jusqu'à 3cm d'épaisseur (sillon n° 5);

3° le *Clairain*, riche en débris de tissus ligneux et en cuticules.

II. Caractères chimiques. — L'analyse immédiate a donné les résultats suivants :

Origine. Sillon	M. V. %.	Cendres %.	C. fixe %.	M. V. Cendres déduites %.
1	21,4	34,8	43,8	32,8
2	25,3	18,6	56,1	31
3. (2)	27,3	15	47,7	32,1
(1)	15,6	17	67,4	18,7
4. (2)	25,4	22	52,6	32,5
(1)	21,9	24,5	53,6	29
5. (3)	23,5	22,7	53,8	30,4
(2)	24,5	14,8	50,7	28,7
(1)	21,7	19,3	59	26,8
6	22,3	28,8	49,2	30,8

Presque toutes ces houilles appartiennent donc à la catégorie des houilles grasses maréchales 26 % < M. V. < 32 %. Les teneurs en cendres sont assez élevées. Les culots recueillis après la cokéfaction sont légers et boursouflés. L'échantillon de la base du sillon n° 3 a une teneur en matières volatiles beaucoup plus faible, 18,7 %. Son coke est noir et compact. Tous ces caractères permettent donc de le ranger dans les houilles grasses à courte flamme, 18 % < M. V. < 26 %.

III. Caractères microscopiques. — La structure microscopique des charbons de Bertholène a été mise en évidence par la méthode de simple polissage de A. Duparque (*Mém. Soc. géol. Nord*, 11, 1933), à laquelle ont été apportées quelques modifications. L'examen des surfaces polies au microscope métallographique a permis d'y reconnaître : 1° des corps figurés végétaux; 2° un ciment amorphe; 3° des substances minérales.

1° *Corps figurés végétaux.* — *a*. Les cuticules se présentent sous la forme de bandes grises étalées parallèlement à la stratification, quelquefois finement crénelées sur une de leurs faces. On remarque aussi des sections de feuilles dans lesquelles subsistent des lambeaux de tissus gélifiés.

b. Les plages de bois sont très étendues, et beaucoup de ces tissus ligneux sont gélifiés.

c. Les corps résineux sont rares et ne semblent avoir joué qu'un rôle secondaire.

2°. Le *ciment amorphe* enrobe les éléments figurés. Il forme aussi des lits de pâte pure pouvant atteindre 2 ou 3 centimètres d'épaisseur.

3° *Substances minérales.* — La pyrite est très répandue. Elle se présente soit

en petits grains isolés, jaunes, très brillants, rarement alignés, soit en amas de tailles variables.

De ces observations on peut tirer les conclusions suivantes :

1° Par leur composition chimique, ces charbons sont des houilles grasses maréchales.

2° L'examen microscopique montre que les tissus ligneux et les cuticules sont représentés dans des proportions à peu près égales, alors que les spores sont toujours absentes.

3° L'échantillon n° 2 du sillon n° 3 est plus pauvre en M. V. et doit être classé dans la catégorie des houilles 3/4 grasses.

Par leurs caractères pétrographiques, ces houilles n'entrent donc dans aucune des grandes classes établies par A. Duparque, mais elles représentent un type intermédiaire entre les charbons de cutine et les charbons ligno-cellulosiques. Ce type est extrêmement rare dans le bassin du Nord.

Normalement ces houilles devraient être rangées dans la catégorie des charbons de cutine, type dont elles se différencient essentiellement par le grand développement des tissus ligneux.

Il semble donc qu'une différence doit déjà être établie entre les dépôts des grands bassins paraliques et ceux des bassins limniques, dans lesquels il faut donner une importance plus grande aux *charbons mixtes*, caractérisés par la coexistence en proportions à peu près égales de tissus ligneux et de substances cutinisées. L'observation montre que ces charbons mixtes peuvent être des houilles grasses à courte flamme, ce qui est le cas pour l'échantillon des charbonnages Dumont (M. V. 21 à 25 %) et pour l'échantillon n° 2 du sillon n° 3 de Bertholène (M. V. 18,7 %). Mais, dans la plus grande partie de la formation, ils sont plus riches en M. V. et entrent dans la catégorie des houilles grasses maréchales (M. V. 26 à 32 %).

GÉOLOGIE. — *Le problème de Gibraltar.*

Note [1] de M. **Paul Fallot**, présentée par M. Charles Jacob.

E. Suess, P. Termier, L. Gentil et H. Stille ont admis la continuité des cordillères bétiques, puis leur torsion, par un *arc de Gibraltar*, vers le Rif et l'Algérie sous l'effet d'une poussée centrifuge. R. Staub, au contraire, considère que le complexe des cordillères bétiques, conservant son tracé rigide, s'ennoie vers l'Ouest sous le Flysch de la région de Gibraltar, pour se prolonger plus loin encore, sous l'Atlantique. Dès lors les chaînes marocaines ne représentent plus par rapport à ce complexe alpin qu'un ensemble dinarique entièrement poussé au Sud.

---

[1] Séance du 19 mars 1945.

Le schéma ci-dessous, inspiré des travaux de M. Blumenthal, de A. Marin et des miens sur l'Andalousie et le Rif espagnol, montre que, si la première interprétation est erronée, la seconde demande à être nuancée. Se guidant d'après les unités structurales qui sont de même âge et ont pu se trouver en continuité, parce que nées des mêmes efforts, on distingue les éléments suivants :

1° Un ensemble majeur, formé par les trois grandes unités bétiques. Cet édifice, né entre le Crétacé supérieur et le Lutétien et complété par le charriage sans doute oligocène de la nappe de Malaga, est éo-alpin.

Au moment où se formèrent ces nappes, ni les chaînes rifaines ni la chaîne subbétique n'existaient.

2° Le bord nord du Bétique est frangé, dans le Subbétique interne, depuis la Province de Murcie jusqu'à la région de Ronda, par des plissements post-oligocènes et anté-burdigaliens. On ne peut encore préciser s'ils épousent la courbure bétique entre Gaucin et Estepona.

Cette deuxième phase s'est sans doute traduite, au Sud du Bourrelet liminaire, par les contre-poussées qui donnèrent lieu vers cette époque aux chevauchements de la dorsale calcaire rifaine et des Bokaya.

A ce stade s'observent donc des accidents au Nord et au Sud du matériel mort résultant des charriages bétiques, mais aucune ligne directrice ne paraît passer d'Europe en Afrique.

Peut-être est-ce à ce moment que se produisirent le décrochement de Gibraltar et les dislocations qui déterminèrent ce que M. Blumenthal appelle le recoin d'Estepona.

3° Le troisième épisode orogénique, celui-là post-burdigalien, correspond aux chevauchements frontaux du Subbétique, en Espagne, et au développement des charriages du Rif Moyen qui donnèrent la nappe des Sofs ou des Senhadjas.

Alors, mais alors seulement, les dislocations cessent de jouer séparément au Nord et au Sud de la masse du bourrelet liminaire et commencent à s'inscrire périphériquement à sa terminaison occidentale dans la région de Gibraltar. Encore ces accidents y sont-ils de directions hésitantes et de faible intensité.

4° Quant aux charriages du Prérif et de la petite virgation de Moulay Idriss, ils datent d'une phase tardive, post-tortonienne.

Ainsi la chaîne bétique, loin de se couder vers le Maroc, règne-t-elle exclusivement sur territoire européen. Le Bourrelet-liminaire qui lui sert d'arrière-pays joue, dès après la phase éo-alpine, le rôle d'un massif intermédiaire. Les compressions ultérieures provoquent, au Nord et au Sud de cette masse désormais inerte, des réactions en sens opposés : les nappes toutes locales de la dorsale rifaine et des Bokoya sont propres à l'Afrique.

La *chaîne alpine ne croise donc pas le détroit de Gibraltar. Le seul trait continu entre Espagne et Maroc est indiqué par les plissements post-burdigaliens*, grossièrement périphériques à la terminaison du massif précédemment induré. *C'est à ces accidents tardifs*, n'affectant guère que le Flysch et quelques pointements jurassiques, dont les massifs subbétiques de Gibraltar et du Mont des Singes, *que se réduit l' « arc de Gibraltar »*.

Quant aux charriages du Rif moyen et du Prérif, il n'est pas impossible qu'ils se raccordent sous l'Océan à ceux de la zone subbétique, mais aucun fait d'observation ne vient étayer cette hypothèse.

PHYSIQUE ATMOSPHÉRIQUE. — *Erreurs dans les mesures hygrométriques à bord d'avions rapides*. Note de MM. **Edmond Brun** et **Robert Caron**, présentée par M. Frédéric Joliot.

On sait qu'un thermomètre en mouvement relatif rapide dans l'air ne donne pas la température de l'air [1]; le terme correctif qui permet de passer de l'indication lue t_i à la valeur correcte t_a a la forme simple

$$t_i - t_a = A v^2,$$

[1] Edmond Brun, *Publ. scient. et techn. du Min. de l'Air*, n° 63, févr. 1935.

où A est une constante qui ne dépend pratiquement que du thermomètre utilisé et qui est toujours voisine de $4,4 \times 10^{-4}$ quand la vitesse relative est mesurée en mètres/seconde.

Les phénomènes thermiques dont la couche limite d'un thermomètre est le siège se manifestent aussi bien dans la couche limite de l'élement actif d'un hygromètre. En particulier, l'air qui touche la paroi de cet élément actif se trouve à la température t_i et non à la température t_a. De ce fait l'humidité relative indiquée par l'hygromètre peut différer notablement de celle de l'atmosphère.

Par exemple, si un avion vole à une vitesse de 100 m:s dans une atmosphère claire dont la température est 0° et l'humidité relative égale à l'unité, la température de l'air au contact immédiat de l'hygromètre sera 4°,5. L'humidité relative indiquée sera donc sensiblement

$$\varepsilon = \frac{f_0}{f_{4,5}} = \frac{0,46}{0,63} = 0,73.$$

L'écart est considérable entre la valeur lue et la valeur vraie.

Un calcul tel que le précédent n'est d'ailleurs destiné qu'à fixer l'ordre de grandeur des erreurs; il ne constitue pas un procédé sûr de correction des indications hygrométriques; une telle correction ne pourrait se faire qu'en tenant compte à la fois des échanges thermiques et des phénomènes de diffusion au sein de la couche limite de l'élément actif considéré.

Il ne faudrait pas croire que l'erreur qu'entraîne la vitesse disparaîtrait en plaçant l'hygromètre dans une veine d'air ralentie, car le ralentissement s'accompagne d'un échauffement souvent mal défini.

Le seul procédé qui permettrait de mesurer correctement l'humidité relative d'une atmosphère à bord d'un avion rapide consisterait à arrêter adiabatiquement cet air dans une cavité où serait placé l'hygromètre (l'air de la cavité se renouvellerait lentement par un orifice approprié). La vitesse de l'avion étant connue, une abaque permettrait de passer des indications obtenues dans le cas de l'arrêt adiabatique à celles qui correspondraient à la valeur réelle.

Compte tenu de ce qui précède et étant donnée l'évolution rapide de l'humidité relative le long d'un parcours, nous pensons d'ailleurs que les avions destinés aux mesures météorologiques doivent être lents.

HISTOLOGIE VÉGÉTALE. — *Étude des néoformations produites sur des tubercules de Carotte privés de bourgeons*. Note de MM. **Lucien Plantefol** et **Roger Buvat**, présentée par M. Louis Blaringhem.

Un tubercule de Carotte, dont les bourgeons ont été supprimés et que l'on conserve durant l'hiver dans un milieu relativement sec, présente des phénomènes de croissance qui ont été décrits par l'un de nous (¹). L'étude anatomique révèle un certain nombre de faits intéressants.

(¹) L. Plantefol, *Comptes rendus*, 219, 1944, p. 521.

I. *Croissance apicale.* — La section pratiquée à la pointe de la racine principale a intéressé les tissus vasculaire, cambial et libérien qui constituent presque le tout de la racine tubérisée, le périderme, formé dans la région du liber, ayant exfolié l'écorce de la racine jeune.

Un périderme cicatriciel prend naissance, se raccordant latéralement au périderme normal. Il contourne sur leur face interne des cellules tuées par le traumatisme ainsi que des fragments de vaisseaux, isolés comme nous le verrons.

Plus profondément se développe une zone génératrice libéro-ligneuse. Se formant dans un plan parallèle à la surface de la section, à travers la région vasculaire, elle isole, du côté de la section, du parenchyme et des fragments de vaisseaux; elle crée ainsi une discontinuité, bientôt accusée par le développement de ce nouveau cambium, qui produit du tissu vasculaire vers l'intérieur, du tissu libérien, généralement plus épais, vers l'extérieur. Cette zone est en continuité par son pourtour avec le cambium primitif. Celui-ci entre également en activité dans la région subterminale et d'autant plus qu'il est plus proche de la section, ce qui donne à l'extrémité du tubercule une forme évasée, que le cambium néoformé coiffe, dans les cas les plus typiques, d'un cal hémisphérique terminal.

Ce cambium fournit vers l'intérieur un parenchyme vasculaire parsemé de vaisseaux orientés en tous sens, qui se raccorde au tissu résultant de la reprise d'activité du cambium primitif. Sous ce nouveau tissu vasculaire, les anciens vaisseaux se montrent obstrués par des thylles et leur cavité se remplit de cellules analogues aux cellules voisines du parenchyme, mais dont les parois cellulosiques épousent étroitement les ornementations des anciens vaisseaux. Vers l'extérieur, le parenchyme libérien est analogue à celui d'une Carotte normale; il renferme quelques tubes criblés et des canaux sécréteurs.

Cependant la régularité des tissus de néoformation est parfois interrompue : des zones génératrices très peu actives se développent autour de groupes de cellules mortes, de lacunes ou d'anciens canaux sécréteurs. D'autre part dans des tissus de néoformation naissent, entre périderme et cambium, des ébauches confuses de méristèmes radiculaires. Expérimentalement on n'a pourtant jamais obtenu de radicelles sur les cals de tubercules placés en culture.

Divers types d'accidents se rencontrent lorsque la racine a été coupée au voisinage d'une radicelle ou d'une plage rhizogène : 1° la base d'une radicelle, dont la stèle libéroligneuse traversait le parenchyme libérien, se dilate par fonctionnement de son cambium, tandis qu'un périderme recouvre la cicatrice. La plage rhizogène en relation avec cette radicelle se trouve simplement distendue par cet accroissement; 2° dans d'autres cas, la région profonde d'une base de radicelle subit la dilatation décrite, tandis que, dans la région superficielle, des zones génératrices plus ou moins désordonnées et discontinues prennent naissance; ainsi la surface est mamelonnée de protubérances recouvrant parfois des nodule formés par une zone génératrice refermée sur elle-même.

II. *Développement d'excroissances latérales.* — Ce sont de petits corps ovoïdes, qui se développent sur des plages rhizogènes.

Dans un tubercule normal, une plage rhizogène recouvre une petite masse de tissu, en relation avec une base de radicelle, étalée transversalement entre deux rides parallèles du périderme. Cette plage rhizogène renferme une stèle constituée de faisceaux plus ou moins séparés, de disposition souvent irrégulière. Les faisceaux sont entourés d'un tissu qui présente des caractères différents de ceux du parenchyme avoisinant; tout se passe comme si la plage rhizogène était une radicelle courte, couchée transversalement à la surface du tubercule.

Dans les conditions normales, la radicelle meurt plus ou moins tôt vers la fin de la première année. Au début de la deuxième année apparaissent sur la plage rhizogène de nombreuses radicelles, dont les ébauches sont décelables dès l'hiver.

Dans un tubercule privé de bourgeons, la plage rhizogène n'émet pas de radicelles, mais peut réaliser un développement secondaire : les zones génératrices des faisceaux se rejoignent en un cambium cylindrique continu, fournissant une stèle typique; cette stèle est entourée, comme dans un tubercule normal, d'un parenchyme hypertrophique, et l'ensemble demeure joint au tubercule primitif par un isthme de ce parenchyme.

Dans ce cas la plage rhizogène a fourni le développement d'un petit tubercule, tangentiel et orthogonal au tubercule primitif; de l'inertie totale du tubercule principal à ce niveau, il résulte que la plage rhizogène s'individualise en une masse ovoïde saillante.

Cette interprétation est confirmée par l'allongement radial et les cloisonnements tangentiels des cellules du tissu de raccordement, qui témoignent d'une tension radiale.

Les ébauches radicellaires de la plage rhizogène se retrouvent au moins partiellement vers la périphérie du nodule, soit exfoliées dans la région péridermique, soit dans la région sous-jacente où elles demeurent à l'état d'ébauches inactives.

Il apparaît donc que la suppression des bourgeons portés par le tubercule entraîne une modification profonde dans le développement des tissus de ce tubercule. L'activité de ceux-ci s'oriente principalement vers la croissance des tissus secondaires préexistants et la formation de tissus secondaires nouveaux. Au contraire, dans le tubercule pourvu de ses bourgeons, la vie de la seconde année est marquée par la réalisation de tissus primaires nouveaux, dans les multiples radicelles formées, et par l'utilisation des réserves mises en dépôt dans les tissus secondaires, qui, se creusant de lacunes ou se lignifiant, manifestent également des phénomènes de dégénérescence.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *La corynanthidine, quatrième alcaloïde cristallisé isolé des écorces de* Pseudocinchona africana *Aug. Chev.* Note de MM. **Maurice-Marie Janot** et **Robert Goutarel**, présentée par M. Paul Lebeau.

Des trois alcaloïdes cristallisés retirés jusqu'à présent des écorces de *Pseudocinchona africana* Aug. Chev., la *corynanthine*, obtenue par E. Fourneau (1), est, comme l'a montré Scholz (2), un isomère de la yohimbine, alors que la *corynanthéine* cristallisée et la *corynanthéidine* (3) forment un groupe différent quoique voisin de la série de la yohimbine. Le quatrième alcaloïde cristallisé, la *corynanthidine*, décrite ici, appartient, par contre, à la série yohimbique et est même, sinon identique, du moins très voisin de l'α-yohimbine de Lillig (4).

L'extraction de cet alcaloïde est basée sur l'insolubilité presque totale de son chlorhydrate dans l'alcool.

Propriétés. — La *corynanthidine* cristallisée dans l'alcool méthylique se présente sous la forme de belles aiguilles blanches, assez peu solubles à froid et très solubles à chaud dans les alcools éthylique et méthylique, plus solubles dans l'éther, le chloroforme, l'acétone et le benzène, insolubles dans l'eau et l'éther de pétrole.

Le spectre d'absorption dans l'ultraviolet se superpose à ceux de la yohimbine et de la corynanthine (5). Le produit desséché correspond à la formule $C^{21}H^{26}O^{3}N^{2}$.

Analyse. — Trouvé; C %,70,99; 71,07. H %, 7,03; 7,11. N % 8,01; 8,04. Calculé pour $C^{21}H^{26}O^{3}N^{2}$, C % 71,18. H % 7,34 et N % 7,90.

Le tableau ci-dessous résume les constantes de la corynanthidine et de l'α-yohimbine.

	Corynanthidine (M.-M. J. et R. G.).	
Base desséchée...	$[\alpha]_D^{12°}$ — 11°,5 (CH^3OH 1 %); — 18°,3 (pyridine 1 %) F 243-244°	
Chlorhydrate....	$[\alpha]_D^{12°}$ + 57°,4 (eau 1 %); F 288°	
Picrate.........	$[\alpha]_D^{12°}$ + 6° (acétone 1 %); F 231-232°	
	Corynanthidique.	
Acide...........	$[\alpha]_D^{12°}$ + 48°,3 (pyridine 1 %); F 322-323°	
	α-Yohimbine.	
	Lillig.	Hahn et Schuch (6).
Base desséchée...	$[\alpha]_D^{20°}$ — 25°,05 (alcool 1 %) F 246°	— 22° (CH^3OH 1 %); — 9°,3 (pyridine 1 %) F 235°
Chlorhydrate....	$[\alpha]_D^{20°}$ + 58°,3 (eau 1 %); F 286°	+ 55° (eau); F 286°
Picrate.........	F 213°	—
	α-yohimbique desséché.	α-yohimbique à 1 H^2O.
Acides..........	$[\alpha]_D$ + 56°,9 (pyridine); F 280°	+ 49°,6 (pyridine) F 287°

(1) *Comptes rendus*, **148**, 1909, pp. 1770-1772.
(2) *Ibid.*, **200**, 1935, p. 1624.
(3) M.-M. Janot et R. Goutarel, *ibid.*, **206**, 1938, pp. 1183-1185; *Bull. Soc. Chim.*, 5e série, **8**, 1941, pp. 625-627; *Comptes rendus*, **218**, 1944, pp. 852-854.
(4) *Merck's Jahrb.*, **42**, 1928, pp. 20-22.
(5) R. Goutarel et A. Berton, *Comptes rendus*, **217**, 1943, pp. 71-72.
(6) *Ber. d. chem. Ges.*, **63**, 1930, pp. 1638 et 2961.

L'examen de ce tableau montre que les chlorhydrates ont des constantes très voisines, alors que les pouvoirs rotatoires des bases sont différents. Le pouvoir rotatoire de la corynanthidine dans la pyridine est $-18°,3$, alors que pour l'α-yohimbine Hahn et Schuch trouvent $-9°,3$.

La saponification, tant alcaline qu'acide, de la corynanthidine conduit au même acide corynanthidique $[\alpha]_D^{12°} + 48°,3$ (pyridine 1 %) et F 322-323°. Par action de l'acide chlorhydrique sur une suspension dans CH^3OH, on obtient l'ester méthylique, qui est identique à la corynanthidine de départ. Le pouvoir rotatoire de cet acide est voisin de celui de l'acide α-yohimbique de Hahn et Schuch, mais ce dernier contient 1^{mol} d'eau, qu'il perd à 110° dans le vide, alors que l'acide corynanthidique ne perd pas de poids dans les mêmes conditions.

L'acide de Hahn est très soluble dans l'alcool et reprécipite par addition d'eau; l'acide corynanthidique est très peu soluble (1,25 ‰ à l'ébullition) et recristallise par refroidissement.

Le point de fusion de l'acide corynanthidique est beaucoup plus élevé que celui de l'acide α-yohimbique.

Enfin on peut préparer facilement un dérivé monoacétylé de la corynanthidine F 231-232°, alors que Hahn et Schuch n'ont pas obtenu de résultats par action de l'anhydride acétique en présence d'acétate de sodium.

La déshydrogénation sélénique de la corynanthidine donne, ainsi que nous l'avons constaté, la yobyrine et la tétrahydroyobyrine, comme la yohimbine et la corynanthine, mais l'oxydation par la méthode d'Oppenhauer donne un produit différent de la yohimbone obtenue dans les mêmes conditions, à partir de la corynanthine et de la yohimbine (7).

Conclusions. — La *corynanthidine*, $C^{21}H^{26}O^3N^2$, F 243-244°; $[\alpha]_D^{12°} - 18°,3$ (pyridine), est un alcaloïde cristallisé, isomère de la corynanthine et de la yohimbine. Quelques caractères, en particulier les constantes du chlorhydrate, le rapprochent de l'α-yohimbine de Lillig, mais l'identité ne se poursuit pas dans d'autres dérivés et ne peut s'affirmer ou s'infirmer, dans l'impossibilité actuelle de se procurer l'α-yohimbine pure de Lillig ou de Hahn et Schuch.

CRYPTOGAMIE. — *Nouvelles recherches sur les divisions nucléaires dans la baside et les spores des Agaricales.* Note de M. **Robert Kühner**, présentée par M. Louis Blaringhem.

La baside ne portant d'ordinaire que quatre spores, on a souvent admis que l'évolution nucléaire des Basidiomycètes diffère de celle des Ascomycètes par la suppression de la troisième série de divisions nucléaires. R. Maire (1) et quelques autres mycologues avaient bien reconnu l'existence d'une troisième série de divisions nucléaires dans la baside de quelques espèces, mais on a géné-

(7) B. Witkop, *Liebig's Ann. der Chemie*, 554, 1943, pp. 83 et 126.

(1) *Thèse de Sciences*, Paris, 1902.

ralement considéré un tel comportement comme exceptionnel, et l'on n'a pas accordé aux faits de cet ordre toute l'attention qu'ils méritent, sans doute parce que la troisième série de divisions nucléaires est séparée des deux premières par la poussée des stérigmates et le début du développement des spores; ces divisions ultimes ne font vraiment penser aux dernières divisions ascales que lorsqu'elles ont lieu dans le corps de la baside, fait assez rare; plus souvent ces divisions se produisent à l'occasion de l'étirement considérable que subissent les noyaux lors de leur passage dans les stérigmates et passent inaperçues; on en reconnaît plus commodément un résultat, la présence dans le corps des basides portant des spores, pourvues de leur noyau et même mûres; de noyaux, destinés à dégénérer et que l'on peut appeler résiduels. L'étude que nous avons faite de nombreuses espèces de *Mycena* [2] nous a montré que la troisième série de divisions se produit de façon au moins extrêmement fréquente dans ce genre.

Les recherches que nous venons d'entreprendre nous conduisent à la conclusion que, *dans la majorité des Basidiomycètes, dont les spores sont blanches et uninucléées à maturité, des divisions nucléaires se produisent soit à la base des stérigmates, soit à l'intérieur de ceux-ci*. On observe des noyaux résiduels dans les basides des espèces suivantes : *Armillaria mellea* (Wahl); *Clitocybe clavipes* (P.), *inversa* (Scop), *odora* (B.), *Collybia butyracea* (B.) *clusilis* (Fr.), *fusipes* (B.), *mephitica* (Fr.), *radicata* (Relh.), *rancida* (Fr.); *Hygrophorus arbustivus* (Fr.), *hypothejus* (Fr.), *lucorum* (Kalch.), *nomereus* (Lasch), *niveus* (Scop.), *psittacinus* (Schaeff.); *Lactarius cimicarius* (Batsch), *controversus* (P.), *pyrogalus* (B.), *vellereus* (Fr.); *Lepiota rufipes* Morg., *seminuda* (Lasch), *Marasmius oreades* (Bolt.), *peronatus* (Bolt.), *scorodonius* Fr., *stipitarius* (Fr.), *tricolor* (Schur.); *Panus stipticus* (B.), *Pleurotus candidissimus* Berk. et Curt., *porrigens* (P.); *Tricholoma album* (Schaeff.), *columbetta* (Fr), *nudum* (B.), *panæolum* (Fr.), *sordidum* (Fr.), *squarrulosum* Bres., *sulfureum* (B.).

Les noyaux résiduels sont loin d'être partout également évidents; en effet, si, dans certaines espèces (*Armillaria mellea*, *Collybia butyracea*, *fusipes*, *radicata; Marasmius oreades*, *speronatus*, *scorodonius*, *stipitarius*, *tricolor; Pleurotus candidissimus*), ils restent au voisinage du sommet de la baside, dans nombre d'Agaricales ils descendent plus ou moins bas, et l'œil a souvent du mal à les repérer au milieu des noyaux en voie de fusion ou des gros noyaux en prophase des basides voisines; chez le *Collybia mephitica* ou les *Hygrophorus hypothejus* et *nemoreus* par exemple, les noyaux résiduels descendent à peu près à la hauteur occupée par les noyaux en prophase; ils descendent particulièrement bas chez plusieurs *Tricholoma* (*album, nudum, sordidum*) et chez les *Lepiota rufipes* et *seminuda;* dans cette dernière espèce il faut les chercher au pied même de la baside, où se trouve un petit culot de cytoplasme dans lequel ils sont immergés ou sur lequel ils flottent. Souvent les noyaux résiduels se colorent intensément

(2) R. Kühner, *Le genre* Mycena (*Fries*), Paris, 1938.

mais uniformément, ce qui, si leur nombre n'était souvent de quatre, pourrait faire douter de leur nature; dans certains cas (*Lepiota seminuda*, *Tricholoma panæolum*) ils nous ont cependant offert l'aspect de noyaux typiques, et chez *Clitocybe viridis*, *Collybia clusilis* et *Tricholoma sulfureum*, nous avons pu y reconnaître un nucléole.

Chez plusieurs espèces à spores normalement uninucléées (*Collybia radicata*, *rancida*; *Hygrophorus hypothejus*; *Pleurotus porrigens*; *Tricholoma squarrulosum*) nous avons remarqué l'existence d'une division nucléaire dans quelques spores; l'orientation de cette division étant la même que celle des divisions intrastérigmiques, il semble à priori infiniment probable que cette division intrasporique n'est que la division intrastérigmique qui, par suite d'un léger retard par rapport à la migration nucléaire, s'est produite un peu plus haut que d'habitude; nous en avons eu la preuve chez *Collybia radicata* et *Tricholoma squarrulosum*, où nous avons pu remarquer l'absence de noyaux résiduels dans les basides portant des spores qui renferment un noyau en division. R. Maire avait déjà signalé autrefois la possibilité, pour la troisième série de mitoses de *Hygrophorus agathosmus*, de se produire, tantôt dans la spore, tantôt dans la baside. De nombreuses espèces d'Agaricales, notamment la plupart des chromosporées, ayant toutes leurs spores binucléées à maturité la division du noyau unique reçu de la baside, il était intéressant d'y rechercher des noyaux résiduels; d'une façon générale nous n'avons pas pu en reconnaître avec une entière certitude; en particulier nous n'avons pas trouvé de noyaux résiduels dans les basides de nombreuses Agaricales chromosporées ni dans celles des leucosporées à spores binucléées des genres *Amanita* et *Lepiota*, de sorte que nous croyons pouvoir conclure que *les divisions intrasporiques des espèces à spores normalement binucléées correspondent aux divisions intrastérigmiques des autres espèces, c'est-à-dire aux divisions qui, dans l'asque, constituent la troisième série.*

Le comportement nucléaire des Basidiomycètes serait donc, en ce point du cycle, calqué sur celui des Ascomycètes, et l'on pourrait imaginer l'évolution nucléaire des Basidiomycètes de la façon suivante : dans une première étape, la réduction à quatre du nombre des spores a laissé quatre noyaux résiduels; au cours d'une seconde étape de l'évolution, grâce à un léger retard des dernières divisions nucléaires, amenant celles-ci à se produire dans les spores, tous les noyaux issus du noyau de fusion se sont à nouveau trouvés utilisés, chaque spore en contenant deux.

OPTIQUE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur la sensibilité différentielle de la rétine aux sources ponctuelles.* Note (1) de M. **Alexandre Ivanoff**, présentée par M. Charles Fabry.

De nombreuses recherches ont été effectuées depuis 1865 sur la sensibilité différentielle simultanée de la rétine aux sources lumineuses étendues (2).

---

(1) Séance du 15 janvier 1945.

(2) Voir par exemple S. Hecht, *La base chimique et structurale de la vision*, Paris, 1938.

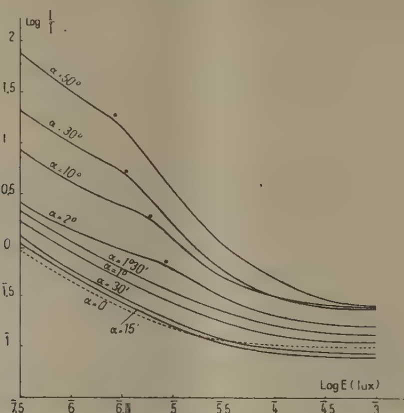
Ces travaux révèlent une décroissance du rapport $\Delta I/I$ lorsque I croît (ΔI étant la différence d'intensité juste perceptible). D'autre part la courbe $\log \Delta I/I = f(\log I)$ présente un point anguleux lorsque les dimensions de la source lumineuse sont telles que les régions non maculaires de la rétine interviennent, ce qui met en évidence la dualité du mécanisme de la vision : une partie de la courbe correspond aux bâtonnets (pour I faible) et l'autre aux cônes (pour I grand).

Nous avons, sur les conseils de M. Yves Le Grand, effectué une étude analogue sur les sources ponctuelles, afin de sonder la rétine point par point. Ne pouvant comparer simultanément les deux sources, puisque leurs images se formeraient en deux points différents de la rétine, ce qui introduirait un écart systématique, nous avons utilisé la méthode du papillotement : les intensités à comparer I et I′ se succèdent rapidement en un même point, et le papillotement n'apparaît que pour une valeur minima de I′ (nous appelons I′ le ΔI de ci-dessus). Il s'agit donc, non plus de sensibilité différentielle simultanée, mais de sensibilité différentielle successive instantanée ([3]).

L'appareil utilisé est fort simple. Un petit orifice circulaire est éclairé par une première lampe, conférant à la source ponctuelle une intensité I. A l'aide d'un dispositif à réflexion, on éclaire simultanément l'orifice par une seconde lampe. L'intensité de la source devient $I + I'$. Un disque à secteurs permet d'obturer la deuxième lampe n fois par seconde ($n = 8$ dans nos mesures), de telle sorte que l'intensité de la source ponctuelle passe brusquement de I à $I + I'$ n fois par seconde. Des rhéostats et des verres dépolis permettent de faire varier I et I′ dans de larges proportions. Un étalonnage photométrique préliminaire permet de connaître I et I′ en bougies. Pour l'étude des régions non fovéales de la rétine, un certain nombre d'angles de visée sont repérés à l'aide d'arcs de cercle le long desquels on promène le regard tout en observant la source (il importe en effet, en vision indirecte, de pouvoir promener le regard, sinon la fatigue rétinienne provoque rapidement la disparition de tout papillotement). L'éclairement ambiant doit être maintenu constant afin d'éviter des variations de l'état d'adaptation de l'œil (qui influe très fortement sur les résultats). Dans nos mesures la brillance moyenne ambiante était de 4 bougies par mètre carré environ. Nos mesures ont été effectuées par deux observateurs jeunes et à vue *normale*, fortement entraînés. La source était observée d'un seul œil, celui qui permettait d'éviter la tache aveugle de Mariotte. Pour chaque valeur de I nous avons effectué 8 mesures de I′ (4 dans le sens qui fait apparaître le papillotement, et 4 dans le sens qui le fait disparaître) et fait la moyenne. Le diamètre de la source ponctuelle étant de $11/10^{mm}$ et sa distance à l'œil de l'observateur de $4^m,60$, la source apparaissait sous un angle de $50''$ environ. Les résultats sont représentés sur la figure; en ordonnées

([3]) Voir la définition des diverses sensibilités différentielles (G. Durup et A. Fessard, *Année psychologique*, **39**, 1940, p. 227).

sont portés les logarithmes de I'/I et en abscisses les logarithmes de l'éclat apparent E, puisque c'est cette grandeur qui détermine l'aspect d'une source



ponctuelle [1]. Les diverses courbes sont relatives à la lumière blanche, pour divers angles de visée α.

Cette étude de la discrimination de l'éclat apparent d'une source ponctuelle nous permet de retrouver la dualité du mécanisme de la vision non maculaire, déjà signalée par les chercheurs ayant utilisé des sources étendues, tout en délimitant avec plus de précision la région maculaire (vision prédominante des cônes) de la rétine : la scission apparaît dans la courbe pour $1°, 30 < \alpha < 2°$. Nous voyons d'autre part que, pour $\alpha \geqq 10°$, $\log I'/I$ tend aux fortes intensités vers une valeur indépendante de α, ce qui correspond peut-être au fait, connu histologiquement, qu'à partir d'un angle de 10° le nombre de cônes reste sensiblement constant. Mais le sondage point par point de la rétine nous a surtout fait apparaître un phénomène que l'étude des sources étendues ne pouvait révéler : aux fortes intensités la discrimination est plus aisée en vision légèrement indirecte qu'en vision directe : pour $\log E > 5$, la courbe $\alpha = 15'$ passe au-dessous de la courbe $\alpha = 0°$.

Des travaux ultérieurs, effectués pour divers états d'adaptation de l'œil et diverses fréquences de papillotement, ont révélé que la vision de la courbe en deux parties ainsi que la discrimination plus aisée en vision légèrement indirecte sont souvent moins nettes, et même sujettes à caution. Nous n'avons pas encore déterminé toutes les variables qui interviennent.

---

(1) L'éclat apparent est l'éclairement sur le plan de la pupille d'entrée de l'observateur, ce plan étant normal aux rayons lumineux. E sera obtenu (en lux) en divisant l'intensité I (en bougies) par le carré de la distance de l'observateur à la source (en mètres).

PHYSIOLOGIE COMPARÉE. — *Sur la teneur en glycogène des diverticules digestifs de l'Huître.* Note de M[lle] **Marie Bargeton**, présentée par M. Louis Fage.

Tous les auteurs qui ont étudié par des méthodes histochimiques et par des dosages les réserves hydrocarbonées de l'Huître et de divers autres Lamellibranches, s'accordent à reconnaître l'extrême richesse en glycogène d'organes tels que la zone des gonades et les palpes labiaux. Ils apprécient, en revanche, de manière très différente les réserves de l'*hépato-pancréas* ou glande digestive.

Des microméthodes de dosage ont récemment [1] permis d'évaluer les réserves de l'hépato-pancréas pris isolément; des déterminations individuelles ont démontré que ces réserves pouvaient atteindre, en automne et en hiver, un taux assez élevé (9,9 % du poids frais pour *Ostrea edulis* et 6,7 % pour *Gryphæa angulata*).

Gryphæa angulata Lamk. (janvier-février 1944 et 1945). Dosage du glycogène [2].

Complexe digestif.

Complexe digestif	9,4	8,5	10	7,1	5,2	7,5	6,9	6,1
Organes témoins: zone des gonades	11,7	10,4	11,6	11,1	8,7	8,1	8,9	9,5
Organes témoins: palpes labiaux	12,7	–	14,9	–	9,2	–	10,6	10,5

Hépato-pancréas.

Hépato-pancréas	1,1	1,3	1,6	1,5	1,1	1,05	1,06	1
Organes témoins: zone des gonades	–	–	–	10,5	8,9	–	–	9,9
Organes témoins: palpes labiaux	9,7	3,2	11,2	–	8,4	6,1	6,3	–

Ostrea edulis L. (janvier-février 1945).

Complexe digestif.

Complexe digestif	9,01	8,6	8,9	–	–	–	–	–
Zone des gonades	16,1	13,9	15,2	–	–	–	–	–

Hépato-pancréas.

Hépato-pancréas	5,9	5,5	5,8	4,07	5,5	5,6	5,1	4,9
Zone des gonades	16,1	17,1	15,5	13,5	16,9	16,2	14,2	15,8

A s'en tenir aux chiffres fournis par les dosages, on pourrait être tenté de conclure que les diverticules qui forment la partie essentielle de l'organe contiennent une notable quantité de glycogène. Cette interprétation rendrait ainsi quelque crédit à l'hypothèse formulée par Claude Bernard sur l'existence d'une fonction glycogénique du *foie* des Lamellibranches.

Mais l'étude histochimique, conduite selon les procédés classiques (à l'iode ou au carmin de Best) et par la méthode de Bauer, ne nous paraît pas confirmer cette interprétation. Sur coupes histologiques, les réserves de la glande digestive, prélevée en automne et en hiver, apparaissent en effet confinées aux cellules vésiculeuses logées dans les interstices de la glande. Très riches en glycogène (16 % du poids frais d'après les microdosages que nous avons effectués sur le parenchyme plein qu'elles forment souvent dans les palpes

---

(1) H. Bierry, B. Gouzon et C. Magnan, *Comptes rendus*, **204**, 1937, p. 1895.

labiaux), ces cellules sont néanmoins trop peu nombreuses pour que leur seule présence puisse rendre compte des chiffres fournis jusqu'à maintenant par les dosages de glycogène sur la glande digestive. On en serait donc réduit à admettre l'inconstance des procédés de détection histochimique du glycogène, si les rapports anatomiques de la glande digestive ne suggéraient une autre explication.

La glande digestive entoure, comme on le sait, l'estomac et se trouve traversée de part en part par plusieurs anses intestinales; les diverticules sont séparés de la paroi gastrique et intestinale par l'épais manchon de cellules vésiculeuses qui accompagne le tube digestif sur toute sa longueur. Prélevée dans sa totalité, la glande digestive entraîne nécessairement avec elle tout ou partie de ce manchon, dont les réserves importantes s'ajouteraient aux siennes et expliqueraient les chiffres élevés des dosages.

Pour contrôler l'exactitude de cette interprétation, nous avons dosé sur des individus séparés les réserves soit du complexe digestif, comprenant à la fois l'hépato-pancréas et la portion du tube digestif qui le traverse, soit d'un fragment homogène d'hépato-pancréas ($0^g,2$ à $0^g,5$ suffisent pour un microdosage selon la méthode de Hagedorn et Jensen).

Qu'il s'agisse d'huîtres riches ou pauvres en réserves de glycogène (la teneur d'organes témoins tels que la zone des gonades ou les palpes labiaux nous renseigne à cet égard), les résultats diffèrent manifestement dans chaque série de dosages. Très comparables aux chiffres de Bierry, Gouzon et Magnan lorsqu'ils se rapportent au complexe digestif, les taux observés sont en effet beaucoup plus faibles pour l'hépato-pancréas proprement dit.

Des coupes pratiquées dans un petit fragment de glande digestive fixé au moment de chaque dosage ont permis de rapprocher des chiffres précédents des précisions d'ordre histochimique. Cette confrontation montre qu'il existe une corrélation directe entre l'importance de la teneur en glycogène et le nombre des cellules vésiculeuses interstitielles. Elles permettent en outre d'expliquer l'écart des chiffres obtenus chez *Gryphæa angulata* et chez *Ostrea edulis*, le tissu conjonctif vésiculeux se montrant beaucoup plus abondant entre les diverticules digestifs de l'Huître plate qu'entre ceux de l'Huître portugaise. Même dans le cas des teneurs les plus élevées, les méthodes histochimiques, contrairement à ce qu'on observe chez les Gastéropodes, n'ont jamais révélé de glycogène au niveau des diverticules digestifs.

Une étude analogue de la glande digestive de l'Anodonte (*A. anatina* L.) confirme ces observations; comme chez l'Huître plate, le taux assez élevé de glycogène (4,5; 4,8; 4,7; 6,3; 6,6; 6,8) [2] s'explique par une grande abondance de cellules vésiculeuses interstitielles.

En conclusion, les résultats précédents montrent que la contradiction relevée entre les données histochimiques et les chiffres des dosages concernant les

---

[2] Exprimé en pourcentages de poids frais.

réserves de la glande digestive n'est qu'apparente. Dans les conditions de nos expériences, sur des huîtres pêchées depuis cinq jours et sur des anodontes sortant de l'eau, on peut admettre que la teneur en glycogène des diverticules digestifs est extrêmement faible et pratiquement négligeable auprès de celle du tissu interstitiel de la glande.

PHARMACODYNAMIE. — *Mécanisme de l'action pharmacodynamique du chlorure de cobalt.* Note de MM. **Fernand Caujolle**, **Claude Franck** et **Robert Grandpierre**, présentée par M. Léon Binet.

Certaines observations déjà anciennes ont montré que l'administration de sels de cobalt provoque une chute importante de la pression artérielle (Azary, Coppola, Stuart, Le Goff) ainsi qu'une action sur la motricité intestinale (Stuart, Hendrych et Weden, Sutter).

Nous avons pu vérifier, chez le chien chloralosé, que l'injection intraveineuse de 3^{mg} par kilogramme de chlorure de cobalt hexahydraté est suivie d'une chute importante et progressive de la pression artérielle (30 à 50 %), qui persiste généralement pendant plus d'une heure. Dans la plupart des cas, on note, en outre, au moment même de l'injection et avant la baisse durable de la pression artérielle, une chute brève suivie rapidement d'un retour très passager au niveau normal.

Nous nous sommes assurés que cette chute prolongée de la pression artérielle ne relève pas d'une action sur le cœur, mais seulement d'un effet de vaso-dilatation intéressant les territoires de la musculature générale.

En utilisant l'élégante technique dite des trois manomètres, décrite par Nolf, nous avons pu faire les constatations suivantes :

D'une part, lorsque l'on injecte la solution dans le bout central de l'artère crurale, on observe une chute brusque, mais peu durable, de la pression artérielle périphérique enregistrée dans la patte du côté où est poussée l'injection, traduisant ainsi un effet du cobalt au niveau des parois vasculaires. Par la suite les effets de l'injection se montrent, sur la pression générale, identiques à ceux d'une injection intraveineuse.

D'autre part, après section des nerfs sciatique et crural d'une des pattes postérieures de l'animal, on constate, une ou deux minutes après injection de la solution de chlorure de cobalt dans la jugulaire externe, une baisse de pression artérielle périphérique nettement plus durable et plus prononcée dans la patte intacte que dans la patte énervée, ce qui met en évidence la prédominance d'une action centrale du sel injecté.

Ainsi on est amené à conclure que la vaso-dilatation manifeste et prolongée provoquée par le chlorure de cobalt, reconnaît pour cause à la fois une action périphérique et une action centrale, la seconde étant de beaucoup la plus importante.

En ce qui concerne l'action de l'injection intraveineuse de chlorure de cobalt sur la motricité intestinale, nous avons pu reconnaître qu'elle consistait en une chute marquée, mais très passagère, du tonus intestinal avec inhibition des mouvements, bientôt suivie d'une phase d'augmentation considérable de l'amplitude des mouvements péristaltiques, se maintenant de 20 à 40 minutes.

Or nous avons constaté que, chez l'animal dont l'intestin est privé de son innervation extrinsèque par section des nerfs splanchniques et des nerfs pneumogastriques, l'injection de chlorure de cobalt ne détermine plus que la première phase inhibitrice. Ce même résultat avait déjà été observé sur l'intestin isolé par Wiechmann. Ainsi peut-on attribuer l'inhibition primitive, qui persiste d'ailleurs chez l'animal bisurrénalectomisé, à une action directe du sel sur l'intestin.

Par contre l'augmentation durable de l'amplitude des mouvements est déterminée par une action sur le système nerveux central.

Ainsi avons-nous été conduits à penser que le chlorure de cobalt exerce chez le chien, en dehors d'une action locale passagère sur les organes, une action sur le système nerveux végétatif. Nous avons recherché les modifications que subissent chez le chien chloralosé, sous l'influence d'une injection intraveineuse de chlorure de cobalt, d'une part la réflectivité et le tonus sympathique et parasympathique, d'autre part le fonctionnement des appareils périphériques.

Nous n'avons noté aucune modification sensible de la réflectivité parasympathique : on n'observe en effet aucune variation du réflexe oculo-cardiaque ou des effets cardio-vasculaires provoqués par l'excitation faradique du nerf de Hering.

Au contraire l'excitabilité sympathique, étudiée à l'aide du réflexe solaire, s'est toujours montrée très diminuée après administration du sel.

D'autre part le tonus sympathique, interrogé par l'étude de l'effet hypertenseur, provoqué par l'occlusion temporaire des carotides primitives chez le chien à nerfs pneumogastriques sectionnés, a toujours été très diminué, pendant plus d'une heure et demie après l'injection de sel de cobalt.

Enfin nous avons pu observer que l'injection intraveineuse de chlorure de cobalt est régulièrement suivie d'une diminution nette de l'effet accélérateur provoqué par excitation faradique des nerfs accélérateurs cardiaques et d'une diminution des effets hypertenseurs provoqués par des injections intraveineuses successives de mêmes doses d'adrénaline.

Ainsi la chute marquée et durable de la pression artérielle et les modifications de la motricité intestinale, provoquées par l'administration de chlorure de cobalt, reconnaissent pour cause à la fois une action locale et surtout des modifications importantes du fonctionnement du système nerveux végétatif, se traduisant par une diminution de l'excitabilité et du tonus sympathiques.

PHARMACODYNAMIE. — *Différenciation par la novocaïne des effets dépresseurs de l'ésérine sur le cœur et de son action sensibilisante à l'acétylcholine.* Note de M. **René Hazard**, Mlle **Élisabeth Corteggiani** et M. **Jean Cheymol**, présentée par M. Marc Tiffeneau.

L'ésérine exerce sur le cœur une action dépressive, inotrope et chronotrope négative. Quel en est le mécanisme ? S'agit-il, comme on l'a soutenu, d'un effet indirect en rapport avec le pouvoir antiestérasique de cet alcaloïde dont on sait, depuis les travaux de O. Lœwi et de E. Navratil (1), qu'il prolonge l'action parasympathomimétique de l'acétylcholine injectée ou produite par excitation vagale ? S'agit-il au contraire d'une action directe exercée sur le cœur ? L'emploi de la novocaïne comme réactif permet de dissocier l'un de l'autre ces deux facteurs.

Chez le chien chloralosé, soumis à la respiration artificielle et vagotomisé, on enregistre les contractions du cœur *in situ* suspendu par son péricarde. Si l'on injecte dans la saphène des doses de salicylate d'ésérine variant, suivant la sensibilité de l'animal, de 100 à 200$^{\mu g}$ (par kilogramme, comme pour tous les produits utilisés), on observe après quelques secondes une diminution progressive de l'amplitude et un ralentissement du rythme des contractions cardiaques. On constate en même temps l'apparition, dans tout le corps de l'animal, de secousses musculaires plus ou moins généralisées.

Au bout d'une trentaine de minutes les contractions cardiaques ont repris sensiblement leur amplitude et leur rythme normaux. Si, entre deux injections successives de la même dose, l'on attend un temps suffisant (de 45 à 60 minutes), on peut reproduire deux ou trois fois de suite les effets dépressifs de l'ésérine sur le cœur. L'action antagoniste de la novocaïne peut s'observer de deux façons : 1° Si l'on en injecte de 0^{g},01 à 0^{g},03 avant de mettre en œuvre pour la seconde fois la dose d'ésérine qui s'était d'abord montrée efficace, on constate la suppression totale des effets dépressifs ésériniques. 2° Si l'on injecte la novocaïne pendant que l'ésérine exerce son plein effet, on observe un retour immédiat des contractions cardiaques normales.

On constate en outre que la novocaïne supprime l'effet musculaire excitant de l'ésérine. Au bout d'une vingtaine de minutes, la novocaïne ayant perdu son activité par hydrolyse (2), l'ésérine encore présente dans l'organisme exerce à nouveau ses effets musculaires sans que reparaisse son action cardiaque.

Nous avons déjà montré que la novocaïne supprime l'action inotrope négative de petites doses d'acétylcholine (3); mais, lorsque ces petites doses voient leurs effets cardiaques puissamment renforcés par l'ésérine, la novocaïne (0^{g},01 à 0^{g},05) les laisse se manifester parfois intégralement, le plus souvent un peu

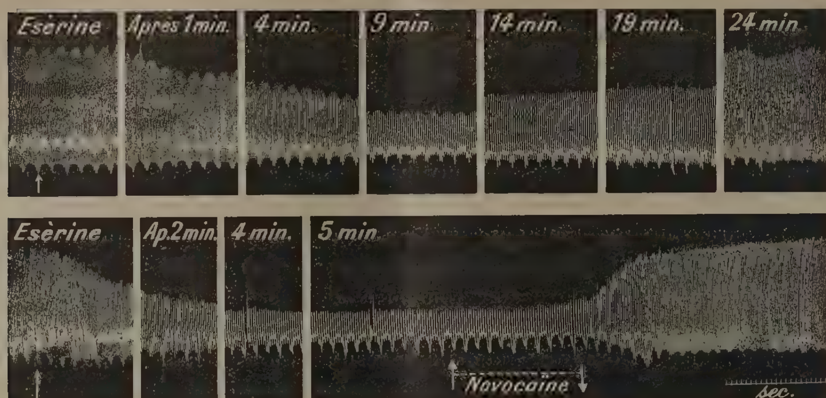
---

(1) *Arch. f. ges. Physiologie*, **214**, 1926, pp. 689-696.

(2) R. Hazard, et J. Ravasse, *C. R. Soc. Biol.*, 10 février 1945 (sous presse).

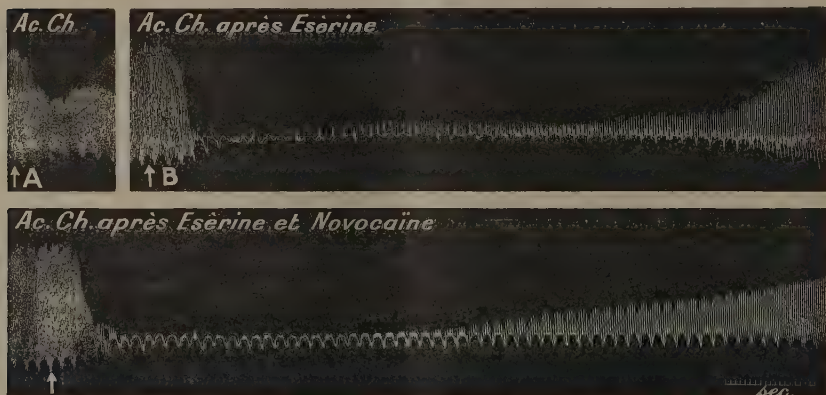
(3) R. Hazard, E. Corteggiani et J. Cheymol, *C. R. Soc. Biol.*, **138**, 1944, p. 262; *Revue Scientifique*, **84**, 1944, p. 109.

réduits, cependant qu'elle supprime l'action directe de l'ésérine sur le cœur.



Suppression par la novocaïne de l'action dépressive cardiaque de l'ésérine.

Chien ♀ 12 kg., chloralosé, vagues sectionnés. Inscription des mouvements de l'auricule cardiaque. 1re ligne : en (↑) injection intraveineuse de 200 µg de salicylate d'ésérine. 2e ligne : en (↑) injection intraveineuse de 200 µg de salicylate d'ésérine, puis en (↑–↓) de 0g,02 de novocaïne. (Tracés réduits de moitié, temps en secondes.)



Non-suppression par la novocaïne de l'augmentation par l'ésérine des effets cardiaques de l'acétylcholine (même chien et mêmes indications que ci-dessus).

1re ligne : en (↑) A, injection intraveineuse de 20 µg d'acétylcholine; en (↑) B, injection intraveineuse de 20 µg d'acétylcholine, 20 minutes après l'injection de 200 µg de salicylate d'ésérine. 2e ligne : en (↑), injection de 20 µg d'acétylcholine après injection, 10 minutes avant, de 200 µg de salicylate d'ésérine et 4 minutes avant, de 0g,02 de novocaïne. (Tracés réduits de moitié, temps en secondes.)

Dans l'action inhibitrice que l'ésérine exerce sur le cœur, la novocaïne, aux doses utilisées, permet donc de séparer : d'une part, un effet sans doute musculaire direct qu'elle supprime, et d'autre part, un effet indirect, qu'elle respecte, de sensibilisation à l'acétylcholine.

BIOLOGIE. — *Sur la lecture des écailles de quelques Poissons du Niger moyen.* Note de M. **Théodore Monod**, présentée par M. Louis Fage.

Il était naturel que la méthode de lecture des écailles se vît essayée dans la zone intertropicale. Des tentatives ont été faites, avec des résultats très instructifs.

E. Mohr ([1]), observant des annuli sur des écailles de Poissons d'eau douce de Malaisie, de Ceylan et de Nouvelle-Poméranie, et sur un Poisson de mer de cette dernière région, suppose que les marques pourraient être plutôt en rapport avec la reproduction qu'avec des changements saisonniers de température.

P. Chevey remarque ([2]) d'abord que, pour une même espèce, les écailles des exemplaires tonkinois (températures estivales de l'eau superficielle 27-28°, hivernale 23-24°) portaient des annuli d'arrêts de croissance, tandis que celles d'exemplaires cochinchinois (température de l'eau de surface sensiblement constante 27-28°) témoignaient, par l'absence d'annuli, d'une croissance continue. L'auteur en conclut qu'un écart thermique estivo-hivernal de l'eau, de 4-5°, « semble suffisant pour provoquer un ralentissement de croissance chez les poissons, et son inscription sur les écailles » (*loc. cit.*, p. 1226).

Que la température ne soit pas toujours seule en cause, P. Chevey l'a reconnu lui-même en constatant l'existence d'annuli : 1° d'abord sur des Poissons marins des bouches du Mékong et du Bassac (soumis à un rythme saisonnier de leur alimentation, en rapport lui-même avec la crue des fleuves), et ensuite 2° sur les Poissons d'eau douce des grands fleuves de Cochinchine et du Cambodge et ceux du Grand Lac ([3]).

P. Chevey attribue ici les arrêts de croissance enregistrés par les écailles « aux mauvaises conditions de la saison des basses eaux qui représente, pour ces Poissons, un *véritable hiver, physiologiquement parlant* ». On pourra donc parler désormais, dans l'étude de telles écailles, de « cercles de basses eaux » et de « zones de hautes eaux » ([4]).

En Afrique, dans le lac Nyassa, C. K. Ricardo Bertran, M. J. H. Borley et H. Trewavas ne trouvent pas d'annuli sur les écailles examinées et remarquent que « in tropical regions there is not sufficient seasonal variation to alter the rate of growth and so form distinct rings on the scales » ([5]).

La température, une fois de plus, n'explique point le fait à elle seule, car celle du lac a varié, en surface, du 8 mars au 22 juillet 1939, entre 21°,4 et 28°,1, avec un écart notablement plus considérable que celui qui, au Tonkin, accompagne un arrêt de croissance.

([1]) *Zool. Anz.*, 53, 1921, pp. 87-95, 2 fig.

([2]) *Comptes rendus*, **189**, 1929, pp. 1226-1227.

([3]) *Comptes rendus*, **190**, 1930, pp. 280-281.

([4]) *Comptes rendus*, **191**, 1930, pp. 1475-1476.

([5]) *Report on the Fish and Fisheries of Lake Nyassa*, 1942, p. 65.

Sur le Niger moyen (région Diafarabé-Lac Débo), j'ai constaté la présence de plusieurs espèces d'annuli, manifestement comparables aux « cercles de basses eaux » des écailles du Cambodge ([6]). Sans doute la température de l'eau peut-elle être à la fois plus basse et plus haute qu'au lac Nyassa (Kouroussa : 1938-1941, 17°,3-38°,3 ; $m=27°,0$; Niamey : 1938-1941, 18°,8-37°,0 ; $m=28°,1$). Seulement, au Nyassa, les conditions générales sont relativement très stables, et les espèces n'éprouvent pas, dans leur mode de vie, et, en particulier, dans leur alimentation, d'épisodes bien saillants ; celle-ci demeure probablement très peu variée, tant en quantité qu'en qualité.

Le cas des Poissons du Niger moyen, dans la zone d'inondation, est absolument différent. Ici il y a des épisodes, très marqués, qui ont certainement leur profond retentissement sur l'alimentation. Basses eaux, hautes eaux, ce sont ici deux mondes différents. Le Lac Débo, en juin, est une plaine calcinée et poussiéreuse, piétinée par les troupeaux peuls ou touaregs à la recherche des derniers brins de paille, parcourue d'un lacis de modestes chenaux, que l'on passe à gué, et semés de bancs de sable nus où l'on voit le sol monter à 71°. Six mois plus tard, le Lac Débo est une véritable mer qui s'étend à perte de vue avec, à l'occasion, ses tempêtes, une flore aquatique abondante, d'immenses prairies d'*Echinochloa*, des Nymphæas, des Limnanthèmes, avec des Ottolias, des Pistias innombrables en tapis serré et, bien entendu, dans les eaux si riches et de matière végétale et d'abris, une pullulation de vie animale. Les variations de volume correspondant à un pareil régime, sont, naturellement, énormes. A Diamarabougou (près de Ségou), on a vu le débit passer de 30^{m^3} sec. en avril 1913, à 7800^{m^3} sec. en octobre 1925 ; à Koulikoro, de 37 à $11\,700^{m^3}$ sec., avec un rapport, entre ces chiffres extrêmes, de 316.

On peut penser que, sur les Poissons, deux milieux, à tant d'égards si différents, ont chacun leur influence particulière, et que les basses eaux sont, tant pour les espèces végétariennes que pour les microphages et même les prédateurs, une période défavorable pour la nutrition. D'autant plus que la concurrence doit jouer alors très sérieusement dans une population rassemblée dans des poches d'eau de superficie limitée. Cet effet des basses eaux, *hiver physiologique*, n'est encore qu'une hypothèse.

([6]) Les espèces du Lac Débo et de la région de Diafarabé sur lesquelles j'ai observé des annuli et des zones de croissance sont les suivantes :

Osteoglossidæ : *Heterotis niloticus* (Cuvier); Characidæ (*Characinidæ* auct.) : *Hydrocyon brevis* (Günther); *Hydrocyon Forskalii* Cuvier; *Alestes dentex* (Linné); *Brycinus macrolepidotus* C. V.; *Distichodus brevipinnis* Günther; *Citharinus citharus* (Geoffroy); *Citharinus latus* Müll. Trosch.; *Citharinus Thomasi* Pellegrin. Cyprinidæ : *Labeo* sp. (prob. *coubie* Rüppel); *Labeo* sp. (prob. *senegalensis* C. V.); *Barbus seguensis* Pellegrin. Serranidæ : *Lates niloticus* (Linné). Cichlidæ : *Tilapia nilotica* (Linné); *Tilapia galilaæ* (Artedi).

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Thérapeutiques non spécifiques du scorbut expérimental appliquées au Cobaye et variations correspondantes de la teneur de ses organes en acide ascorbique.* Note de MM. **Raoul Lecoq**, **Paul Chauchard** et Mme **Henriette Mazoué**, présentée par M. Maurice Javillier.

Le tableau chronaxique du scorbut expérimental obtenu, chez le Cobaye, au moyen du régime classique de Randoin et Lopez-Lomba, est, ainsi que nous l'avons montré, en faveur d'un déséquilibre alcalosique ([1]) dans lequel intervient l'insuffisance de la fonction corticosurrénalienne ([2]). Par ailleurs les vitamines C et D se comportent comme des substances acidifiantes ([3]). Ces faits étant connus, il nous a semblé logique de tenter, dans le scorbut expérimental, l'essai de thérapeutiques acidifiantes ou capables de remédier à la défaillance corticosurrénale. L'action corrective de telles pratiques, satisfaisante dans le scorbut transitoire du Rat, n'est que fort atténuée dans le scorbut du Cobaye, où il y a simplement amendement plus ou moins durable des troubles chronaxiques ([4]). En vue de pénétrer les raisons de cette discordance, nous avons cru intéressant de rechercher quelle protection exerçaient les diverses substances mises en œuvre sur la richesse en acide ascorbique des tissus et organes du Cobaye carencé.

A cet effet des Cobayes de 400 à 600^{g} reçurent le régime varié du chenil (témoins), ou le régime scorbutigène de Randoin et Lopez-Lomba, pur ou additionné de vitamine C (0^{mg},5 par jour). Conjointement étaient tentés des essais de thérapeutique acidifiante, par suppression du lactate de calcium dans le régime, addition quotidienne de 20$^{\gamma}$ de calciférol ou de 6^{cg} d'acide phosphorique, et de thérapeutique corticosurrénalienne, comportant l'injection trihebdomadaire intrapéritonéale de 0^{mg},5 d'acétate de désoxycorticostérone ou de 1$^{cm^3}$ d'extrait corticosurrénal total. La durée des survies observées était exceptionnellement de 70 à 80 jours, après addition de 0^{mg},5 d'acide ascorbique (dose insuffisante pour compléter le régime) et de 25 à 35 jours dans les autres cas, sauf bien entendu chez les témoins. Environ 1 à 5 jours avant la mort, quand les jointures étaient devenues douloureuses, les selles sanguignolentes et l'aspect de déchéance physique accentué, les organes et tissus des sujets, préalablement décapités, étaient prélevés rapidement, broyés au sable de mer et épuisés par un mélange d'acide trichloracétique et d'acide métaphosphorique. Nous pratiquions ensuite le dosage de l'acide ascorbique (réduit) sur cet extrait (voir le tableau), par réduction du dichlorophénolindophénol, selon la technique préconisée pour le sang par A. Vinet ([5]). Nous déterminions également, chaque fois qu'il était possible, la réserve alcaline du sang oxalaté et recueilli sous huile de vaseline; exprimés en centimètres cubes de gaz

---

([1]) R. Lecoq, P. Chauchard et H. Mazoué, *Rev. pathol. comp. et Hyg. gén.*, **44**, 1944, p. 294.
([2]) A. Giroud et A. R. Ratsimamanga, *Presse méd.*, **49**, 1941, p. 841.
([3]) R. Lecoq, P. Chauchard et H. Mazoué, *Comptes rendus*, **218**, 1944, p. 729; P. Chauchard, H. Mazoué et R. Lecoq, *C. R. Soc. Biol.*, **138**, 1944, p. 327.
([4]) P. Chauchard, H. Mazoué et R. Lecoq, *C. R. Soc. Biol.*, **139**, 1945, séance du 14 avril.
([5]) *Bull. Soc. Chim. biol.*, **23**, 1941, p. 354.

TABLEAU. — *Acide ascorbique réduit, en milligrammes pour 100g de tissu frais.*

	Régime varié du chenil.	Régime scorbutigène seul.	Régime scorbutigène avec acide ascorbique + 100mg (1).	Régime scorbutigène avec acide ascorbique + 1/2mg	Régime scorbutigène + calciférol.	Régime scorbutigène + acide phosphorique.	Régime scorbutigène sans lactate de calcium.	Régime scorbutigène + acétate de désoxycorticostérone.	Régime scorbutigène + extrait corticosurrénal.
Surrénales..	111,3	1,4	124,5	24,5	2,0	8,2	5,1	2,8	8,5
Reins......	10,4	0,6	11,1	3,2	0,8	1,1	1,1	0,3	1,2
Foie.......	21,0	2,5	23,4	5,1	1,7	3,2	3,5	1,6	0,8
Rate.......	26,8	0,8	35,5	4,3	0,5	1,4	1,5	7,3	10,8
Cerveau....	15,2	2,1	14,4	»	3,5	3,0	3,3	1,0	2,6
Poumons...	25,8	0,4	26,4	»	0,4	2,6	1,1	0,2	0,2
Ovaires....	63,8	»	»	35,2	8,6	33,8	38,8	»	»
Testicules..	»	2,5	»	»	»	»	»	1,5	3,1
Cœur......	3,3	0,8	6,9	1,4	0,7	0,9	1,3	0,8	2,8
Muscles....	2,4	0,2	2,7	1,1	0,6	0,6	1,2	0,1	1,3

(1) Chiffres empruntés à A. R. Ratsimamanga (*Thèse Doct. Sc.*, Paris, 1939).

carbonique % de plasma, ces derniers résultats, n'oscillant qu'entre 30 et 41cm³, se montraient relativement constants.

Interprétation des résultats et conclusions. — L'alcalose tissulaire des Cobayes scorbutiques, très rapidement décelable par chronaximétrie, n'entraîne, semble-t-il, qu'une modification nulle ou au plus qu'une élévation tardive de la réserve alcaline plasmatique.

Chez le Cobaye, dont l'organisme est incapable de synthétiser la vitamine C, l'alcalose du scorbut expérimental et ses effets peuvent se trouver compensés, sans que soient entravées ni l'évolution de la maladie ni ses manifestations osseuses et sanguines.

Sur le scorbut expérimental du Cobaye, l'effet spécifique d'une dose cependant insuffisante de vitamine C l'emporte en action sur les acidifiants simples (acide phosphorique ajouté ou lactate de calcium supprimé), et la protection porte électivement sur la réserve en acide ascorbique des capsules surrénales et des ovaires; le calciférol, de spécificité antirachitique, s'avère d'activité très inférieure et sans effet sur ces organes.

La protection exercée par les produits capables de suppléer à l'insuffisance corticosurrénale se trahit non seulement par l'élévation de la teneur en acide ascorbique des surrénales (quand on utilise l'extrait total), mais encore et assez curieusement par celle de la rate (aussi bien avec l'acétate de désoxycorticostérone qu'avec l'extrait corticosurrénal), cette dernière ayant sans doute pour fonction de combattre l'anémie scorbutique.

Si les thérapeutiques non spécifiques mises en œuvre se montrent moins efficaces dans le scorbut expérimental du Cobaye que dans le scorbut transitoire du Rat, il convient d'en accuser l'impossibilité où se trouve l'organisme du Cobaye de synthétiser l'acide ascorbique et le rôle de suppléance momentanée et de complément de telles thérapeutiques.

A 16h 10m l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 16h 20m.

A. Lx.